Suomalaisen Eläin- ja Kasvitieteellisen Seuran Vanamon
Kasvitieteellisiä Julkaisuja.
Osa 3. N:o 2.
Annales Botanici Societatis Zoologicæ-Botanicæ Fennicæ Vanamo.
Tom. 3. N:o 2.

VEGETATION UND POSTGLAZIALE GESCHICHTE DES NURMIJÄRVI-SEES

VON

LEO AARIO

19 Abbildungen und 13 Tabellen im Text
nebst einer Kartenbeilage

Suomenkielinen selostus:
Nurmijärven kasvillisuus ja kehitys jääkauden jälkeen

HELSINKI 1933

HELSINKI 1933
SUOMALAISEN KIRJALL SUUDEN SEURAN KIRJAPAINON OY.

VORWORT.

Die Untersuchung des Nurmijärvi wurde auf Anregung des Verbandes der Pelztierzüchter Finnlands im Sommer 1931 begonnen. Ursprünglich bestand die Absicht, unter Berücksichtigung der Ernährungsmöglichkeiten für die Bisamratte den Ertrag der Pflanzenmasse des Sees zu bestimmen. Doch stellte ich gleich von Anfang an meine Arbeit auf eine umfassendere Grundlage ein, um ein möglichst vollständiges Bild sowohl über die gegenwärtige Vegetation des Nurmijärvi, als auch über seine Vergangenheit zu gewinnen. Des umfangreichen Arbeitsprogramms wegen erwies es sich als notwendig, die Feldarbeiten während des folgenden Sommers (1932) im Juli und August fortzusetzen.

Im Verlauf der Untersuchungen war Gelegenheit gegeben, wertvolle Ratschläge von Herrn Prof. Dr. K. Linkola entgegenzunehmen, der mir auch die für meine Arbeit im Laboratorium notwendigen Hilfsmittel zur Verfügung gestellt hat. Herr Dr. M. J. Kotilainen hat verschiedene Moosproben und Herr Dr. C. Cedercreutz die Algen bestimmt. Bei den Feldarbeiten haben mich Herr L. Luoto im Sommer 1931 und stud. O. Lundson im Sommer 1932 unterstützt. Ihnen allen spreche ich meinen besten Dank aus.

Helsinki, Dezember 1932.

Der Verfasser.

Digitized by the Internet Archive
in 2025

https://archive.org/details/annales-botanici-fennici_1933_3_2

INHALTSVERZEICHNIS.

Seite

I. Der Nurmijärvi und seine Umgebung 1
Lage und Grösse 1
Umgebung des Sees 1
Die Ufer des Sees 3
Hydrographie 4
Einfluss der Kultur 8
II. Methoden 10
III. Flora 15
IV. Ökologie 31
Autökologie 31
Equisetum fluviatile 31
Typha latifolia 34
Typha angustifolia 38
Sparganium ramosum 39
Alisma plantago aquatica 41
Elodea canadensis 42
Phragmites communis 42
Scirpus eupaluster 44
Scirpus lacuster 44
Salix bicolor 48
Nuphar luteum und *Nymphaea candida* 49
P_H-Bestimmungen 50
V. Vegetation 55
Sublitoralgebiet 55
Alisma plantago aquatica-Ass. 55
Alisma plantago aquatica-Sparganium ramosum-Ass. 59
Alisma plantago aquatica-Equisetum fluviatile-Ass. 60
Sparganium ramosum-Ass. 61
Typha latifolia-Ass. 62
Typha angustifolia-Ass. 64
Scirpus lacuster-Ass. 65
Scirpus lacuster-Naumburgia thyrsiflora-Ass. 67
Scirpus lacuster-Equisetum fluviatile-Ass. 68
Phragmites communis-Ass. 69
Phragmites communis-Naumburgia thyrsiflora-Ass. 71

Phragmites communis-Equisetum fluviatile-Ass. 71
Equisetum fluviatile-Ass. 72
Eulitoralzone 74
Carex gracilis-Equisetum fluviatile-Ass. 74
Carex vesicaria-Equisetum fluviatile-Ass. 75
Carex inflata-Equisetum fluviatile-Ass. 77
Carex vesicaria-Ass. 79
Carex inflata-Ass. 79
Carex canescens-Ass. 81
Weidengestrüpp 81
Weitere in der Eulitoralzone auftretende Pflanzenvereinigungen 83
Supralitoralzone 84
VI. Produktion der Pflanzengesellschaften 85
VII. Verteilung der Vegetation und Flora im See 92
Vegetations- und Florenzonen 92
Vegetation und Flora am Nord- und Südufer des Sees 94
VIII. Postglaziale Geschichte des Sees 99
Geologischer Bau des Nurmijärvi 99
Entwicklung des Sees 102
Entwicklung der Vegetation im Nurmijärvi 108
Entwicklung des Sees nach der Senkung i. J. 1923 111
IX. Die Wälder in der Gegend des Nurmijärvi in postglazialer Zeit 116
Literaturverzeichnis 126
Suomenkielinen selostus 128

Erklärung einiger Wörter, die in finnischen Ortsnamen vorkommen:

Joki — Fluss
Järvi — der See
Niemi, nokka — Halbinsel
Lahti — Bucht
Mäki — Hügel

I. DER NURMIJÄRVI UND SEINE UMGEBUNG.

LAGE UND GRÖSSE.

Der Nurmijärvi ist im gleichnamigen Kirchspiel gelegen, in der Mitte des Regierungsbezirkes Uusimaa, 60° 27' nördl. Br. und 24° 48' östl. L. — Die Höhe des Sees über dem Meere beträgt 53 m. Die grösste Länge des Sees beläuft sich auf ca 2.5 km und die grösste Breite (im Osten) auf ca 1 km. Der See wird nach Westen zu schmäler, indem er dort eine durchschnittliche Breite von ca 0.5 km aufweist. Die Oberfläche beträgt etwas mehr als 190 ha. Die Länge der Uferlinie ist 5.5 km.

UMGEBUNG DES SEES.

Der See liegt im Granitgneisgebiet des Grundfelsens. Ca 5 km vom See nach Südosten sind kleinere Kalksteinvorkommnisse angetroffen. Doch sind sie nicht von Einfluss auf die Vegetation des Sees gewesen, da das aus dieser Richtung kommende Wasser ein saures *Sphagnum*-Torfmoor zu durchfliessen hat. Basische Gesteine gibt es in gewissem Masse auch nordöstlich vom See, wo Syenit auftritt. Diese Vorkommnisse liegen allerdings in einer Entfernung von ca 8 km und sind ihrer Ausdehnung nach klein, so dass sie von geringerer Bedeutung sein mögen, trotzdem der Kyläjoki, der grösste unter den Flüssen, der sein Wasser in den See ergiesst, in unmittelbarer Nähe an diesem Gebiet vorbeifliesst.

Im allgemeinen ist der Felsgrund von losen Bodenarten bedeckt. Fester Fels tritt meistens nur in geringerer Ausdehnung zu Tage. Das höher gelegene Gelände ist von Moränenschichten bedeckt, und in den Talungen wiederum liegen mächtige Tonschichten. Der Ton ist zum grössten Teil glazialen Ursprungs (der See liegt bekanntlich unmittelbar südlich vom Salpausselkä). Der Bänderton

Abb. 1. Umgebung des Nurmijärvi nach einer topographischen Karte vom J. 1870.

ist jedoch meist von einer wechselnd starken Schicht postglazialen Tons überlagert. Die tiefgelegenen Talsohlen sind in den meisten Fällen vermoort. Die Moore sind gewöhnlich ± eutroph und aus diesem Grunde mit einigen geringen Ausnahmen angebaut.

Die Umgebung des Nurmijärvi besteht in Kleinhügel- oder in Hügelland (GRANÖ 1931, S. 5). Die Abhänge der Erhebungen sind von Wäldern bedeckt, und auf den Talsohlen dehnen sich Äcker aus. An Gewässern ist die Gegend arm.

Die Wälder sind im allgemeinen mesotroph. Die Hainwälder fehlen beinahe vollkommen; die Wälder des *Myrtillus*-Typs sind vorherrschend, doch ist auch der *Vaccinium*-Typ allgemein anzutreffen; der *Calluna*-Typ ist selten. Die Gewässer sind wenigstens in den meisten Fällen mehr oder weniger eutroph. Wahrscheinlich sind also auch die Vegetationstypen der Talgründe eutroph gewesen, bevor dort die Äcker urbargemacht worden sind.

DIE UFER DES SEES.

Am Südufer des Nurmijärvi ist ein Fels- und Moränenrücken gelegen, dessen Abhang nach dem See zu schroff ist, und dessen höchste Stellen ca 40 m oberhalb des Seespiegels liegen. An den anderen Ufern ist das Terrain bedeutend flacher. Soweit es Hügel gibt, sind sie niedrig und leicht abfallend; im übrigen sind sie im allgemeinen verhältnismässig weit vom Ufer entfernt. Der einzige bedeutendere Hügel am Nordufer ist der Niemenmäki westlich vom Kyläjoki. Seine höchste Stelle liegt ca 20 m über dem Wasserspiegel des Sees.

Nord- und Ostufer des Nurmijärvi bestehen heute in beinahe vollkommen waldlosem, angebautem Boden. Nur der Niemenmäki und eine kleine Strecke in der Nähe des Pfarrhofes sind von Wald bedeckt. Das Ufergebiet zwischen Kyläjoki und Luhtajoki ist früher ein *Carex*-Torfmoor gewesen; doch ist gegenwärtig auch dieses zum grössten Teil angebaut. Dasselbe ist mit dem Bruchwald der Fall, der sich früher am Ostufer ausdehnte. Dagegen hat am Südwestufer das *Sphagnum*-Torfmoor, das für den Anbau untauglich ist, im grossen und ganzen seine ursprüngliche Beschaffenheit bewahrt. Doch ist auch dieses Moor zum Ausheben von Torfstreu teilweise mit Gräben durchzogen. Ausser den oben erwähnten Torfgeländen gibt es in

Abb. 2. Eine alte Terrasse des Nurmijärvi in der Nähe des Hofes Reinikkala.

gewissem Masse vermoortes Gebiet auch am Südostufer, wenngleich die Torfschicht dort dünn ist.

Uferbildungen, die dem gegenwärtigen Wasserstand des Sees entsprächen, sind an keiner Stelle hervorgetreten, da der Nurmijärvi nach seiner Senkung im Jahre 1923 so flach gewesen ist, dass dort kein Wellengang zustandekam und somit auch die Ufer nicht erodiert wurden. Dagegen ist der See von einem älteren, höher gelegenen Ufer umrahmt, das auch jetzt noch besonders gut erhalten ist. An den Nord-, Ost- und Westufern ist es durch eine schroffe Uferterrasse (Abb. 2) vertreten, die beinahe überall anzutreffen ist; am Südufer findet sich statt ihrer an vielen Stellen ein Ufersaum, der besonders in der Gegend von Lupinnokka gut entwickelt ist.

Die Ufer des Nurmijärvi sind so gut wie gar nicht gegliedert. Halbinseln und Buchten gibt es überhaupt nicht; ebenso fehlen Inseln. Vor der Senkung des Sees ist Lupinnokka eine Halbinsel gewesen. Jetzt aber verläuft das Ufer auch an dieser Stelle in sanftem Bogen, so dass von einer eigentlichen Halbinsel nicht mehr die Rede sein kann. Nur ein leicht geneigter Moränenrücken setzt sich von Lupinnokka eine gewisse Strecke in den See hinein fort. Da er aber mit Ton bedeckt ist, gelingt es ihm nicht, auch nur auf die Form des Grundes von Einfluss zu sein. Der Mangel an Halbinseln und Buchten, wie auch das Fehlen von Inseln sind ein allgemeiner Zug der kleinen Seen, die in den tonigen Talungen des südlichen Küstengebietes entstanden sind. Morphologisch können diese Seen zum ungegliederten Typ gezählt werden, im Gegensatz zu dem im Innern Finnlands allgemein auftretenden Seetyp, dessen Ufer mehr oder weniger gegliedert sind. Ein Beispiel eines derartigen Typs ist der Jyväsjärvi (Vaheri 1932); auch die Gewässer der Stockholmer Gegend gehören hierher (Lundqvist 1930).

HYDROGRAPHIE.

Der Wasserspiegel des Nurmijärvi steht gewöhnlich Ende Juli—Anfang August am niedrigsten; die Tiefe des Sees beträgt dann nur ca 30 cm. In den kleinen Gruben, die das Eis aufgerissen hat, gibt es allerdings tiefere Stellen. Während der Frühlings- und Herbstüberschwemmungen (Abb. 4) steigt das Wasser bis auf einen Meter. Infolge des niedrigen Wasserstandes und der geringen Ausdehnung des Sees verursachen bereits gewöhnliche Niederschläge erhebliche

Abb. 3. Der Nurmijärvi im August 1931 (vom Niemenmäki nach Südosten aufgenommen).

Schwankungen seines Spiegels, besonders da das Bett des durch den See verlaufenden Flusses teilweise durch die Vegetation verstopft ist. Da die Ufer des Sees im allgemeinen flach sind, schwanken je nach der Wasserhöhe der Umfang des Sees und die Lage der Uferlinie erheblich.

Der Nurmijärvi ist nach einer Mitteilung von Prof. HALLAKORPI i.J. 1923 um ca 30—40 cm gesenkt worden. In dem Jahre nach der Senkung stand der Wasserspiegel des Sees am tiefsten. Durch die allmähliche Verstopfung des Bettes hat dann von Jahr zu Jahr die

Anfn. Esko Suomalainen

Abb. 4. Der Nurmijärvi im Mai 1932 (vom Niemenmäki nach Süden aufgenommen).

Höhe des Wassers etwas zugenommen. Vorher ist der Nurmijärvi nicht gesenkt worden, wenngleich die Austrocknung des Sees, der bei Numlahti (am Luhtajoki) gelegen war, vor ca 100 Jahren mit Sicherheit auch in gewissem Grade auf die Hydrographie des Nurmijärvi eingewirkt hat.

Das Wasser des Nurmijärvi ist trotz der geringen Tiefe des Sees ziemlich farblos. In dicken Schichten erscheint es allerdings schwach gelblich. Auch seine Durchsichtigkeit ist gross. In den vom Eise aufgerissenen, 70—100 cm tiefen Gruben sind am Grunde z.B. Blätter und Stengel von *Callitriche* ganz deutlich zu unterscheiden. Eine weisse Porzellanscheibe müsste also zweifellos in einer Tiefe von wenigstens 4—5 m zu sehen sein. Somit gehört der Nurmijärvi zu den oligohumosen Seen (Naumann und Blomgren 1925). Nach strömendem Regen ist durch den Einfluss von Ton und Gyttja, die in das Wasser aufgeschlämmt worden sind, dessen Durchsichtigkeit bedeutend geringer. Allerdings wird das Wasser in einigen Stunden wieder klar, wenn sich der Schlamm abgesetzt hat. Durch die Klarheit des Wassers ist die Lichtzufuhr der submersen Gewächse im See gesichert, soweit sie nicht in den Schatten grösserer Pflanzen geraten.

Der grösste Teil des in den Nurmijärvi eintretenden Wassers wird durch den Kyläjoki herbeigeschafft. Er entspringt am Südabhang des Salpausselkä in der Gegend der Station Rajamäki und fliesst durch fruchtbares Tongelände. Aus diesem Grunde herrscht auch an seinen Ufern eine verhältnismässig eutrophe Vegetation (*Sparganium ramosum*, *Typha latifolia* u.a.). Das Wasser des Flusses ist durch Tonschlamm getrübt; sein pH-Wert beläuft sich beim Nurmijärvi auf 7.3 – 7.4. (Das zur Ermittelung von pH angewandte Verfahren ist auf S. 50 näher dargestellt.) Von Westen her kommt ein kleines Gerinne in den See, das vor seinem Eintritt ein *Sphagnum*-Torfmoor durchfliesst. Bei seiner Ankunft im See ist sein Wasser humushaltig und sauer (pH-Wert 4.5). Besonders im Osten des Sees gibt es in reichlichem Masse Quellen, von denen Wasser entweder in kleinen Bächen oder in den meisten Fällen vermittels Sickerung durch die Bodenschichten in den See gelangt. Das Quellwasser ist klar und ziemlich neutral (pH 7.1—7.3). Im Vergleich zum Kyläjoki ist die Wassermenge, welche die Quellen in den See schaffen, verschwindend klein.

Das in den See gelangende Wasser ist verhältnismässig rein. Da

es in der Nähe des Ufers keine Gehöfte gibt, wird kein Abflusswasser aus Kuhställen in den See geleitet. Vom Kirchdorfe her tritt in unbedeutenden Mengen Abflusswasser in den See ein, wenngleich auch dieses nicht in der Lage ist, die Vegetation des Sees sichtlich zu beeinflussen.

Vom Nordwesten des Sees geht der Luhtajoki aus, indem er zunächst eine nördliche Richtung einschlägt, sich dann immermehr nach Westen, später nach Süden wendet und so in einem grossen Bogen schliesslich dem Vantaanjoki zufliesst. Das Wasser des Luhtajoki ist ebenso wie das des Kyläjoki trübe; pH des ersteren ist etwas niedriger (7.0) als das des letzteren. Vermutlich ist dieses auf das Moorwasser zurückzuführen, das im Südwesten in den See fliesst, und dessen pH niedrig ist.

Die Windverhältnisse sind gegenwärtig nicht von nennenswertem Einfluss auf den Nurmijärvi, da er flach und so durchgehend mit einer Vegetationsdecke überzogen ist, dass ein erwähnenswerter Wellengang nicht entstehen kann. Nur im Frühling und im Herbst, wenn das Wasser hoch steht, ist der Wellengang von grösserer Bedeutung, wenngleich die Zeit seines Einflusses kurz ist.

Infolge der geringen Tiefe des Sees ist sein Vermögen, Wärme zu absorbieren, unbedeutend. An sonnigen Tagen wird das Wasser des Sees bald warm, um des Nachts rasch wieder abzukühlen. Ebenso verliert es im Herbst bald seine Wärme. Die Temperatur des Sees richtet sich also in ungewöhnlich hohem Grade nach der Temperatur der Luft. Da es über das Kirchdorf Nurmijärvi keine Temperaturangaben gibt, bin ich gezwungen, auf die Beobachtungen hinzuweisen (Tab. 1)[1], die auf der meteorologischen Beobachtungsstation in Röykkä im Kirchspiel Nurmijärvi in einer Entfernung von 9 km in nordwestlicher Richtung angestellt worden sind (Keränen 1925).

Tabelle 1.

Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Jahr	Mai—Sept.	Zahl d. Tage über 0°
—6.6	—6.9	—4.2	1.7	8.4	13.9	16.3	14.0	9.3	4.3	—0.3	—4.6	3.8	12.4	221

[1] Die Zahlen sind Mittelwerte für eine Periode von 6 Jahren.

EINFLUSS DER KULTUR.

Die Ufervegetation des Sees steht in ausgedehntem Masse unter dem Einfluss der Kultur. Ried und Schachtelhalmsiedlungen werden in jedem Jahr gemäht; auch das Weidengestrüpp wird beschnitten. Alle Ufer werden beweidet. In der Mitte des Sees bleiben die Siedlungen ziemlich unbehelligt. Früher sind die *Scirpus lacuster*-Siedlungen abgemäht worden, doch ist dieses seit langem unterblieben. Dagegen werden nach beendigter Schonzeit der Wasservögel im Herbst die Siedlungen ziemlich stark niedergetreten, wenngleich auch hierdurch der Vegetation kein erheblicherer Schaden zugefügt wird, da dieses nur eine ganz kurze Zeit geschieht. Im Winter werden die Fruchtkolben von *Typha* zur Polsterfüllung gesammelt. Der Einfluss dieses Umstandes kann allerdings noch nicht festgestellt werden, da man erst im letzten Winter (1931—1932) in ausgedehnterem Masse damit begonnen hat. *Phragmites*-Rispen sind früher auch gesammelt worden, doch bleiben sie gegenwärtig unberührt.

Die Fischerei im See ist unbedeutend; denn Fische gedeihen dort nicht, weil der See im Winter bis auf den Grund gefriert. Besonders in der Nähe des Flussbettes können jetzt bisweilen unmittelbar aus der Wake Fische (z.B. kleine Hechte, Aalquappen und Barsche) aufgenommen werden; sie haben sich dort angesammelt, um atmen zu können, da durch das Gefrieren der Oberfläche des Sees die Sauerstoffzufuhr im Wasser erschwert ist. Früher ist der Nurmijärvi besonders fischreich gewesen. Nach den Angaben von Prof. Dr. K. E. Kivirikko konnte man den See sozusagen für einen Fischkasten halten, aus dem man nach Belieben Fische entnehmen durfte. Einige Jahre vor der Senkung des Sees starb der Fischbestand zweimal beinahe aus. Das erste Mal geschah es aus Mangel an Sauerstoff, als der See zugefroren war. Das zweite Mal hatte, wie die Bewohner behaupteten, die Ursache darin gelegen, dass von der Hefefabrik in Rajamäki wasserverderbende Stoffe in den Kyläjoki geleitet worden waren. Beide Male trieben im Frühling die Fische haufenweise an Land.

Besonders lebhaft wird die Vogeljagd auf dem See betrieben. Da aber als Jäger vornehmlich »Interessenten» aus Helsinki auftreten, ist diese Jagd trotz ihrer grossen Extensität nicht imstande gewesen, den Vogelstand zu vermindern, der nach dem Bericht von Prof. Dr. K. E. Kivirikko jetzt bedeutend reicher als vor der Senkung des Sees ist.

Im letzten Frühling ist längs des Vantaanjoki die Bisamratte an den See gekommen. Noch im vorhergehenden Frühling war sie kein einziges Mal gesehen worden. Auch habe ich keinerlei Anzeichen beobachtet, die auf ihr Vorhandensein hingewiesen hätten. Im Frühling 1932 berichteten die Mitglieder der Ornithologischen Gesellschaft, die unter der Leitung von Prof. KIVIRIKKO den Nurmijärvi aufgesucht hatten, eine Bisamratte gesehen zu haben. Auch im letzten Sommer wurden im Westen des Sees einige Bisamratten mit ihren Jungen von Hunden gefangen, so dass die Niederlassung der Bisamratte am Nurmijärvi nunmehr als sicher angesehen werden kann. Bei der Untersuchung des Sees stiess ich ebenfalls auf einige Anzeichen, die auf das Vorhandensein dieses Tieres hinwiesen. Die üppige Vegetation des Sees und seine strauchreichen Ufer bieten auch der Bisamratte die besten Lebensmöglichkeiten. Allerdings mag die Überwinterung Schwierigkeiten mitsichbringen, da der See im Winter bis auf den Grund gefriert. Doch scheint am Fluss eine Überwinterung möglich zu sein.

II. METHODEN.

Die Untersuchungen, die ich am Nurmijärvi angestellt habe, erstrecken sich auf die Vegetation, Flora, Ökologie der verschiedenen Arten und auf die Geschichte der Vegetation.

Die bei der Untersuchung der Vegetation angewandten Methoden waren Siedlungsanalyse und Kartierung.

Mit Rücksicht auf jede Assoziation habe ich unter Anwendung der NORRLINschen Skala ca 10 Probeflächen (Grösse 25 m^2) untersucht. Um im Rahmen dieser Skala auch die Grösse der betreffenden Pflanzenarten in den Dichtigkeitsziffern zum Ausdruck zu bringen, habe ich die Entfernungen nach den äussersten Teilen der Pflanzenindividuen eingeschätzt. Da die Zugehörigkeit einer Art zu den drei oberen Klassen der NORRLINschen Skala durch die Abundanz der anderen Pflanzen bestimmt wird, die auf derselben Probefläche vorkommen, kann die NORRLINsche Skala in einigen Fällen über die Dichtigkeit der deckenden Arten der verschiedenen Siedlungen ein unrichtiges Bild vermitteln. So kann z.B. bei einer lichten *Phragmites*-Siedlung, innerhalb welcher keine anderen Arten auftreten, *Phragmites* auf die Abundanzzahl 10 kommen, und in einer dichten Siedlung können einige *Lemna*-Individuen die Abundanzzahl von *Phragmites* bis auf 8 herabdrücken. Um diesem Umstand einigermassen Rechnung zu tragen, habe ich bei der Abschätzung der Abundanz einer jeden Art nur die in einer und derselben Vegetationsschicht vorkommenden Arten in Betracht gezogen. So kann z.B. innerhalb einer und derselben Siedlung *Phragmites* auf die Abundanzzahl 10, *Lemna* auf 8 und *Utricularia vulgaris* auf 8 kommen. Doch auch durch dieses Verfahren werden die über die verschiedenen Siedlungen erhaltenen, zu den oberen Gruppen gehörenden Werte noch nicht mit Sicherheit einander proportional, wenngleich auf diese Weise die Fehlermöglichkeit verringert wird.

Dieser Fehler wird durch das auf Grund des Deckungsgrades angestellte Schätzungsverfahren zum grossen Teil beseitigt, besonders wenn auf die Weise vorgegangen wird, wie es auf Vorschlag von LINKOLA in Finnland geschehen ist, wo man nämlich versucht, den Deckungsgrad unmittelbar in Prozenten zum Ausdruck zu bringen. Derartige Untersuchungen sind naturgemäss mit kleineren Probeflächen auszuführen, als das NORRLINsche Verfahren voraussetzt. Bei den Untersuchungen, die ich am Nurmijärvi angestellt habe, sind 0.5×0.5 m² grosse Probequadrate benutzt worden. Es besteht natürlich die Gefahr, dass zufällige Erscheinungen bei den Vegetationsaufnahmen zu stark hervortreten, wenn lediglich dieses Verfahren angewandt wird, und wenn die Anzahl der Quadrate nicht gross ist. Diese Möglichkeit scheidet allerdings aus, wenn daneben NORRLINS Schätzungsmethode zur Anwendung gelangt. Doch ist auch die Deckungsschätzung in der Natur mit einigen Schwierigkeiten verknüpft. Bei Siedlungen, die durch Arten von erheblicher Grösse (*Phragmites*) zustandegekommen sind, und die von oben herab nicht betrachtet werden können, erweist sich die Einschätzung des Deckungsgrades als besonders schwer. Auch bei niedrigeren Beständen, besonders wenn sie artenreich sind, kann selbst ein geübtes Auge eine fehlerhafte Schätzung machen.

Aus diesem Grunde hat man sich um immer exaktere Methoden bemüht, unter denen in erster Linie die Sprosszählung in Frage kommt. Im Fall des Nurmijärvi habe ich die Abundanz der verschiedenen Arten für je ein 0.5×0.5 m² grosses Probequadrat gezählt, während ich gleichzeitig die Durchschnittslänge der Sprosse gemessen habe. Auf diese Weise sind für jede Assoziation ca 10 Probequadrate untersucht worden.

Eine andere Methode ist die Gewichtsbestimmung der verschiedenen Arten für je ein Probequadrat. Das Ergebnis ist unwiderleglich exakt, besonders wenn sowohl trockenes, als auch frisches Gewicht in Betracht gezogen wird. Hierbei habe ich das Gewicht der oberirdischen und der unterirdischen Pflanzenmasse und bei letzterer in einigen Fällen auch noch das der Rhizom- und der Wurzelmasse gesondert bestimmt. (Dieses aus dem Grunde, dass in Anlehnung an die Untersuchungsergebnisse leichter Berechnungen über die Bedeutung der verschiedenen Pflanzenarten als Tiernahrung angestellt werden können.) Da das Ausgraben und Spülen der Wurzelmasse eine

zeitraubende Arbeit ist, habe ich mich damit begnügt, in dieser Weise hinsichtlich jeder Assoziation nur 5 Probequadrate zu untersuchen. Dagegen habe ich über die oberirdischen Teile mehr Gewichtsanalysen angestellt. Nach den gewonnenen Ergebnissen kann die Produktion einer jeden Art pro ha berechnet werden, und da die Flächeninhalte der verschiedenen Assoziationen bekannt sind, auch die Gesamtproduktion des Sees.

Beim Vergleich der Deckungsgrade und der Sprossanzahl mit den Gewichtsmengen kann festgestellt werden, dass sie sich nicht immer als proportional erweisen, nicht einmal dann, wenn die Durchschnittslängen der Sprosse dieselben sind. Es ist also offensichtlich, dass Länge, Dichtigkeit, Verzweigung, Dicke der Sprosse, wie auch andere Umstände, die auf das Gewicht der Pflanzenmasse für je ein Probequadrat einwirken, nur zum Teil von denselben Boden- und Klimafaktoren abhängig sind. Die genannten Grössen können sich also auch unabhängig voneinander entwickeln, so dass lediglich die Hervorhebung eines einzigen Gesichtspunktes nicht ausreicht, die Üppigkeit einer Siedlung zu bestimmen. Auch auf anspruchslosem Boden kann die Sprossanzahl gross sein, aber die Individuen sind winzig und vielleicht auch niedrig, so dass das Gewicht gering bleibt. Wenn die Individuen stark verzweigt sind, kann der Deckungsprozentsatz der Art sehr hoch werden, obgleich das Gewicht verhältnismässig gering ist. Diese Tatsache ist z.B. bei Schachtelhalmsiedlungen vielfach beobachtet worden. Bei der Gewichtsbestimmung der Pflanzenmasse kommen alle diese Umstände je nach ihrem Anteil zur Geltung, so dass tatsächlich ein exaktes Bild über die Üppigkeit der Siedlung und die gegenseitigen Mengenverhältnisse der verschiedenen Arten gewonnen wird.

Auch das Gewichtsverhältnis zwischen der Wurzelmasse und der oberirdischen Sprossmasse stellt bei einer und derselben Art eine schwankende Ziffer dar. Es ist anzunehmen, dass das Verhältnis bei einer und derselben Art in verschiedenartigen Seen und verschiedenen Tiefen verschieden ist. Da der Nurmijärvi durchweg flach ist, hat er keine Möglichkeiten geboten, derartige Vergleiche anzustellen.

Um die Schwankungen der Vegetation exakt verfolgen zu können, und um die Bedeutung der einzelnen Assoziationen innerhalb der Vegetation des Sees festzustellen, wurde der ganze See eingehend

kartiert. Bei der Kartierung habe ich mich des Kippregelverfahrens bedient. Mein Gehilfe ging an den Rändern der zu kartierenden Siedlungen entlang, indem er die Messlatte trug. Mit der Kippregel wurden an den Grenzen Richtung und Entfernung aller wichtigsten Punkte bestimmt. Bei der Verfolgung der Siedlungsgrenzen zeichnete mein Gehilfe über diese auch eine Skizze, in die er die Orte aller genau bestimmten Punkte eintrug. Auf diese Weise wurden mehr Einzelheiten mit aufgenommen, als sonst möglich gewesen wäre. Die Siedlungen wurden so genau in die Karte eingetragen, dass später jede beliebige Siedlung aufs neue kartiert und mögliche Veränderungen der Siedlungsgrenzen sogar mit einer Genauigkeit von 0.5 m festgestellt werden können. Weiter vom Ufer entfernt ist allerdings der Fehler grösser. In einer Entfernung von ca 200 m macht der Maximalfehler bereits etwa einen Meter aus, und bei Strecken von mehr als 300 m, bei denen nur die Hälfte der Entfernung von der Latte abgelesen werden konnte (mir stand eine 3 m-Latte zur Verfügung), wuchs die Fehlermöglichkeit um das Doppelte. Bei Regenwetter konnte der Fehler durch die Erschwerung des Ablesens der Entfernungen noch etwas grösser werden. Um die Verdoppelung der Fehler zu verhindern, habe ich mich bemüht, mehr als 300 m lange Strecken zu vermeiden. Die Orte der Stationspunkte, die ich bei der Kartierung benutzt habe, wurden dadurch kontrolliert, dass ich mit der Kartierung an dem Punkt endigte, von dem ich ausgegangen war, und dass ich von einem jeden Stationspunkt nach allen anderen visierte, soweit es irgendwie möglich war. Auf diese Weise konnten sowohl der zwischen Anfangs- und Endpunkt entstandene Gesamtfehler, als auch die Fehlerzunahme bei einem jeden Stationspunkt festgelegt werden. Dadurch konnte ein Vermessungsfehler von 4 m, der auf einer gewissen Strecke von 800 m gemacht worden war, leicht festgestellt und berichtigt werden. Als Gesamtfehler zwischen Anfangs- und Endpunkt blieben 6 m übrig. Da die zusammengerechnete Seitenlänge des Polygons, das durch die Stationspunkte abgesteckt war, etwas mehr als 6 km betrug, blieb also der Durchschnittsfehler für je einen Kilometer unter einem Meter.

Die Kartierung wurde in ihrer Gesamtheit vom 15. VIII.—10. IX. 1931 ausgeführt. Damit die Karte die Vegetation des Nurmijärvi so darstellt, wie sie während jenes Zeitraums war, wurden bei

der Kartenzeichnung die im folgenden Jahr beobachteten Veränderungen unberücksichtigt gelassen.

Die Methoden, die ich bei der Untersuchung der Flora und der Ökologie der Pflanzenarten angewandt habe, gehen zur Genüge aus den entsprechenden Kapiteln hervor, so dass es sich erübrigt, in diesem Zusammenhang weiter darauf einzugehen. Hier sei nur auf Linkola (1932 a) hingewiesen.

Beim Vergleich der gegenwärtigen Vegetation und Flora mit den entsprechenden Verhältnissen vor der Senkung des Sees habe ich mich an Kivirikkos Arbeit »Das Thierleben im Nurmijärvi-See» (1898) anlehnen können, in der auch zahlreiche Angaben über Vegetation und Flora gemacht sind. Ausserdem ist in dieser Arbeit eine Vegetationskarte zu finden, mit deren Hilfe die Schwankungen der Vegetationsgrenzen verfolgt werden können.

Um die Vorgeschichte des Sees zu erhellen, habe ich unter Benutzung von Hillers Kammerbohrer am West- und Nordufer Bohrungen angestellt. In zwei am Ufer des Sees gelegenen Mooren habe ich für die Pollen- und Diatomeenanalysen im ganzen 3 Probenserien (85 Proben) entnommen, ebenso 10 grössere Proben zum Auswaschen der makroskopischen Subfossilien. Die Pollenuntersuchungen sind zum Teil unter Anwendung des KOH-Verfahrens, zum Teil mit HF-Säure ausgeführt. Die für die Bestimmung der makroskopischen Subfossilien entnommenen Proben sind nach einer Salpetersäurebehandlung mit einem zu diesem Zweck konstruierten Apparat geschlämmt worden.

III. FLORA.

Die Abgrenzung der zur Flora eines Sees gehörigen Arten ist, wie verschiedene Forscher hervorgehoben haben, eine verhältnismässig schwierige Aufgabe, die dem subjektiven Ermessen beträchtliche Zugeständnisse einräumt. Wasserstand und gleichzeitig auch Oberflächenausdehnung des Sees sind Schwankungen unterworfen. Je höher das Wasser bei der Feldaufnahme steht, umsomehr Uferpflanzen werden in die Flora des Sees eingereiht, so dass die Anzahl der Arten zunimmt. Da sich die von mir am Nurmijärvi angestellten Untersuchungen auch auf die Ufervegetation erstreckt haben, möchte ich in Folgendem den Begriff der »Seeflora» zunächst in recht weitem Sinne fassen. Zu ihr sind alle diejenigen Arten gezählt worden, die bei hohem Wasserstand innerhalb des als See erscheinenden Gebietes vorkommen, vorausgesetzt allerdings, dass die in Frage stehenden Arten zum mindesten als Gewächse feuchten Bodens anzusehen sind, so dass deren Auftreten am Orte offenbar von der im Frühling und im Herbst eintretenden Überschwemmung abhängig ist. Unberücksichtigt sind dagegen alle für trockene Standorte charakteristischen Pflanzen geblieben, trotzdem sie als kurzfristiges Hochwasser überdauernd oder als einjährig und rasch entwickelt in der Lage sind, innerhalb der zwischen höchster und niedrigster Wassergrenze gelegenen Zone aufzutreten (Eulitoralzone; vgl. Blomgren und Naumann 1925, Thunmark 1931).

Somit habe ich zu der Flora des Nurmijärvi eine Reihe von Arten gerechnet, die auch in weiterem Sinne nicht als Wasserpflanzen aufgefasst werden können. Dieses wird wohl beim Vergleich mit anderen Seen nicht stören, da hierbei nur diejenigen Arten in Betracht zu ziehen sind, die innerhalb des Gebietes auftreten, das zur Zeit niedrigsten Wassers unterhalb des Seespiegels gelegen ist (Sublitoralzone). In dieser Begrenzung ist die Flora des Nurmijärvi im grossen

und ganzen in dem Verzeichnis der Wasserpflanzen Finnlands enthalten, das Linkola in seinem Aufsatz »Alueellista lajitilastoa vesiemme putkilokasveista» (= »Regionale Artenstatistik über die Gefässpflanzen unserer Gewässer») veröffentlicht hat. Kleine Abweichungen können allerdings festgestellt werden. So scheidet z.B. *Peplis portula*, die nur in der Eulitoralzone angetroffen worden ist, aus dem Verzeichnis aus. Stattdessen können in dieses *Carex gracilis*, *C. inflata*, *C. vesicaria* aufgenommen werden, ausserdem *Scirpus silvaticus*, *Lythrum salicaria*, *Cicuta virosa*, *Myosotis palustris*, *Bidens radiatus*, *B. cernuus* u.a. Die meisten unter diesen sind jedoch in den Seen und Weihern Finnlands so allgemein, dass sie bei der Aufstellung von Pflanzenstatistiken für Seen zu berücksichtigen sind, soweit sie auf dem ständig vom Wasser bedeckten Gelände auftreten (vgl. Samuelsson 1925, S. 4, Linkola 1932 b, S. 89).

Für das Verzeichnis habe ich mich bei der Abschätzung der Häufigkeit der bekannten 7-stufigen Skala bedient: sehr häufig (fqq), häufig (fq), ziemlich häufig (st fq), stellenweise (p), ziemlich selten (st r), selten (r), sehr selten (rr), ebenso bei der Veranschlagung der Abundanz folgender 7-teiliger Abstufung: sehr reichlich (cpp), reichlich (cp), ziemlich reichlich (st cp), zerstreut (sp), ziemlich spärlich (st pc), spärlich (pc), sehr spärlich (pcc). Die in dem Verzeichnis auftretenden örtlichen Benennungen finden sich auf der als Beilage angefügten Karte.

Equisetum limosum fqq u. cpp. Tritt in Siedlungen vornehmlich in der Nähe des Ufers auf. Auch in Beständen anderer Arten allgemein.

Dryopteris thelypteris r u. pc. Auf einer schwappenden *Drepanocladus fluitans*-Decke in einer Torfgrube auf dem Gebiet zwischen Lupinnokka und Pukkilanperä und im Uferweissmoor im Westen von Simonsberg. In beiden Fällen in den oberen Teilen der Eulitoralzone.

Alisma plantago aquatica fqq u. cpp. Allgemein und gewöhnlich auch reichlich auftretend in allen Assoziationen. Ihre eigenen Bestände besiedeln die Mitte des Nurmijärvi.

Butomus umbellatus st r u. st pc—pc. In der Eulitoralzone und in den Uferteilen des Sublitoralgebietes stellenweise am Ufer zwischen dem Hof Reinikkala und dem Luhtajoki. An einigen Stellen an dem durch den See verlaufenden Fluss auch in der Mitte des Sees.

Elodea canadensis st fq u. st pc—cpp. Hauptsächlich im Norden des Sees angetroffen. Am reichlichsten kommt sie in der Nähe des Flusses vor, wo sie stellenweise auch deckend auftritt (vgl. z.B. Tab. 3, Aufn. 2 u. 3). In den *Phragmites-Equisetum-* und *Scirpus lacuster*-Siedlungen kommt sie spärlich vor oder fehlt überhaupt. In den *Typha*-Gesellschaften ist sie, ebenso wie auch in den *Alisma*-Siedlungen, verhältnismässig allgemein und oft auch reichlich auftretend. Im Süden des Sees ist *Elodea* trotz sorgfältigen Suchens nur an einer Stelle (3 Ex.) aufgefunden worden. Auf Pukkilanperä und im Westen des Sees scheint sie auch zu fehlen. In den durch die Eulitoralzone verlaufenden Gräben ist sie jedoch auch an den letztgenannten Stellen anzutreffen.

Triglochin palustre p u. st pc. Innerhalb der Eulitoralzone am ganzen Südufer und bei der Apotheke im Weidengestrüpp am Ufer.

Potamogeton natans rr u. pc—sp. Einige Exempl. in einer *Alisma*-Siedlung in der Nähe von Lupinnokka. Innerhalb der in den oberen Teilen des Eulitoralgebietes ausgestochenen Torfgruben ziemlich allgemein.

P. obtusifolius r u. pcc. Zweimal in einem *Alisma*-Bestand im Norden des Sees, einmal in den südlichen Teilen angetroffen. Auch in einer *Equisetum*-Siedlung nördlich von der grössten *Typha*-Siedlung (vgl. Kartenbeilage) einmal aufgefunden.

P. pusillus fq u. st pc—cpp. In den nördlichen Teilen des Sees besonders häufig, in allen Assoziationen dort vorkommend. Meistens tritt er mehr spärlich auf (2—4 in Norrl. Skala), wenn auch seine Abundanz 7—8 erreichen kann. In den südlichen Teilen des Sees ist er bedeutend seltener; auf Pukkilanperä und im Westen des Sees ist er zieml. selten.

P. perfoliatus st fq u. st pc—cpp. Am allgemeinsten und reichlichsten an dem Fluss und dem durch ihn begrenzten Teil des Sees. Allgemein, wenn auch spärlich, im Norden des Sees ausser in seiner östlichsten Ausbuchtung vertreten. Am Südufer fehlt er.

Typha latifolia fqq u. cpp. Bildet im Nordosten des Sees eine grosse, 10 ha umfassende Siedlung. Kleinere Siedlungen reichlich über den ganzen See.

T. angustifolia st r. Erscheint meist in kleinen Siedlungen. Bisweilen vereinzelte Exemplare in Pflanzenvereinen anderer Arten.

Sparganium minimum p u. st pc. Im Eulitoralgebiet, besonders

an Stellen, wo die Beweidung am intensivsten ist. Seine Standorte sind klein und meist am Ostufer des Sees gelegen. Innerhalb der in den oberen Teilen der Eulitoralzone ausgehobenen Torfgruben allgemein.

Sp. simplex st fq u. st pc. Tritt am häufigsten in *Alisma-* und *Sparganium ramosum*-Siedlungen im ganzen See auf. In *Equisetum-* und *Carex-Equisetum*-Siedlungen kommt es stellenweise hauptsächlich am Nordost-, Ost- und Südufer des Sees vor. In *Phragmites-*, *Scirpus-* und *Typha*-Siedlungen ist es besonders selten. Meistens tritt es steril auf.

Sp. glomeratum st fq u. st pc. In *Alisma*-Siedlungen vornehmlich in der Mitte und am westlichen Ende des Sees. In *Equisetum-* und *Carex vesicaria-Equisetum*-Siedlungen vorwiegend am Nordufer; am Südufer selten.

Sp. ramosum fqq u. cpp. Zur Hauptsache in Siedlungen in der Nähe des durch den See fliessenden Flusses. Anderswo vornehmlich in Pflanzenvereinen anderer Arten. Im Süden des Sees ist es bedeutend seltener als im Norden.

Calla palustris r u. pc. Im Uferried in der Nähe des Luhtajoki auch am vermoorten Südwestufer des Sees.

Lemna minor fqq u. cpp. Im ganzen See zu finden. Ihr spärlicheres oder reichlicheres Auftreten in den verschiedenen Pflanzengesellschaften scheint lediglich von dem Grad der Beschattung abhängig zu sein.

Iris pseudacorus p u. pcc. Vereinzelte Exempl. im Eulitoralgebiet gleichmässig im Bereich des ganzen Sees. In der Nähe des Flussbettes auch im Sublitoralgebiet. Scheint progressiv zu sein, da sie 1932 an verschiedenen Stellen angetroffen worden ist, wo sie im vorhergehenden Jahr nicht vertreten war, und da die vorgefundenen Individuen im allgemeinen jung gewesen sind.

Juncus filiformis st fq u. st pc—cp. Im Uferried hauptsächlich an der Nordseite des Sees, ausserdem bei Lupinnokka am Südufer des Sees vertreten. Auch im Sublitoralgebiet in zwei nahe dem Ufer gelegenen *Scirpus lacuster*-Siedlungen angetroffen.

Scirpus silvaticus st fq u. pc—cp. In *Phragmites-*, *Scirpus-* und *Equisetum*-Siedlungen vornehmlich im Norden und Osten des Sees.

Sc. lacuster fqq u. cpp. An den Ufern wie *Phragmites*, wenn auch

im allgemeinen in etwas kleineren Beständen. Ausserdem in der Mitte des Sees häufig.

Sc. eupaluster fqq. Tritt im ganzen See in allen Assoziationen auf, am reichlichsten und häufigsten jedoch in der Nähe des Flusses.

Sc. acicularis st fq u. gewöhnl. cpp. Am reichlichsten in der Nähe des Flusses, wo er stellenweise dichte subaquatische Teppiche bildet. Anderswo ist er seltener, doch ist er am Nordufer in allen Assoziationen vertreten. Am Südufer ist er nur einige Male beobachtet worden.

Eriophorum polystachyum st r u. pc. Am Nordufer kommen bei der Apotheke einige Individuen in einem *Carex vesicaria*-Bestand vor, ebenso am Südufer bei Simonsberg in einer *C. inflata*-Siedlung. Am häufigsten am vermoorten Südwestufer auftretend.

E. gracile r u. st cp. Eine *Carex vesicaria-Equisetum*-Siedlung im Eulitoralgebiet in der Nähe des Hofes Reinikkala; eine *C. inflata*-Siedlung am Südufer bei Simonsberg.

Carex diandra r u. pc. An höheren Stellen der Eulitoralzone im Ried am Nordost-, Ost- und Südostufer vornehmlich bei Lupinnokka.

C. chordorrhiza p u. pc—st cp. Am Südufer in den oberen Teilen der Eulitoralzone, am reichlichsten an dem zwischen Lupinnokka und Simonsberg gelegenen Ufer; am Nordufer nur an der Westseite des Kyläjoki in einem Braunmoor in den oberen Teilen der Eulitoralzone.

C. brunnescens r u. pc. In der Eulitoralzone am Nordufer vornehmlich bei der Apotheke angetroffen, wo es reichlich Quellen gibt.

C. canescens st fq u. gew. cp. Am oberen Rand der Eulitoralzone besonders an den durch Beweidung und Mahd beeinflussten Stellen. Seltener im Sublitoralgebiet, wo sie allerdings in allen Assoziationen vorkommt.

C. elongata r u. pc. In den oberen Teilen der Eulitoralzone im Ried und Weidengestrüpp zwischen dem Hof Reinikkala und der Apotheke, ausserdem am Südostufer des Sees.

C. stellulata st r u. pc. Angetroffen auf Pukkilanperä im Seggenmoor, das der Beweidung ausgesetzt war, und stellenweise am Südufer des Sees innerhalb der Eulitoralzone.

C. gracilis fq u. gew. st cp—cpp. Kommt häufig in *Equisetum-*, *Phragmites-* und *Carex*-Siedlungen vor, weniger in anderen. Ihre eigenen Bestände sind im allgemeinen von geringer Ausdehnung und

meist über die verschiedenen Teile des Sees verstreut, so dass eine eigentliche *C. gracilis*-Zone fehlt. Innerhalb der *Alisma*-Siedlungen bildet *C. acuta* oft ähnliche runde Bestände wie *Sparganium ramosum* (S. 39). Auch in deren Mitte ist die Vegetation meistens viel niedriger und dünner als an den Rändern.

C. Goodenowii st fq u. sp. Im Uferried an allen Ufern; in anderen Siedlungen nicht vertreten.

C. panicea rr u. pcc. Im Braunmoor am Kyläjoki in den oberen Teilen des Eulitoralgebietes.

C. irrigua st r u. st pc. In der Eulitoralzone am Südufer, am reichlichsten an den Südost- und Südwestufern, die vermoort sind.

C. limosa st r u. st pc. Im Uferried und Weidengestrüpp am Südufer, vornehmlich an den Südwest- und Südostufern.

C. Oederi st fq u. st sp. In der Eulitoralzone, vorwiegend allerdings nur an Stellen, die der Beweidung und Mahd ausgesetzt sind.

C. flava p u. st pc. Innerhalb der Eulitoralzone vorwiegend am Nordostufer des Sees im Weidengestrüpp.

C. inflata fqq u. cpp. Allgemein im Seggenwiesengebiet, selten in der Sublitoralzone. Am Südufer des Sees bildet sie die Hauptart in der Seggenzone, am Nordufer fehlt sie in weiten Gebieten in den *Carex*- und *Equisetum*-Siedlungen vollkommen.

C. vesicaria fqq u. cpp. Die Hauptart im Ried am Nordufer, zieml. allgemein auch in den mittleren Teilen des Sees, wo sie bisweilen ähnliche Kreisbestände wie *C. gracilis* und *Sparganium ramosum* bildet. Am Südufer des Sees kommt sie verhältnismässig spärlich vor.

Phalaris arundinacea r u. pc. An einigen Stellen am Südufer des Sees in *Carex vesicaria-Scirpus*-Siedlungen und einmal am Nordufer des Sees in einem *C. vesicaria*-Bestand angetroffen.

Alopecurus geniculatus. In Seggenbeständen am östlichen Ende des Sees und in einigen lichten *Equisetum*- und *Alisma*-Siedlungen besonders an der Stelle des Flussbettes angetroffen.

A. aequalis. Häufig unter allen im See auftretenden Pflanzenvereinen sowohl im Eu-, als auch im Sublitoralgebiet, indem er am reichlichsten an den weniger dichten Stellen der Siedlungen auftritt. (Da *A. geniculatus* und *A. aequalis*, wenn sie im See wachsen, beinahe ausschliesslich steril auftreten, ist es etwas schwer zu entscheiden gewesen, welche der beiden erwähnten Arten im allgemeinen in allen

Assoziationen auftritt. Anscheinend handelt es sich aber um *A. aequalis*.

Agrostis stolonifera fq u. st cp—pcc. Häufig im Eulitoralgebiet, im Sublitoralgebiet selten und spärlich auftretend.

A. canina st r? Einige Male in der Seggenmoorzone im Osten und Süden des Sees vertreten.

Calamagrostis purpurea rr u. cp. Im Weidengestrüpp bei der Apotheke.

C. neglecta st fq u. spp—c. In der *Carex*- und *Carex-Equisetum*-Zone an allen Ufern häufig. Zweimal im Sublitoralgebiet in *Scirpus*-Siedlungen im Osten des Sees angetroffen.

Phragmites communis fqq u. cpp. Erscheint in Siedlungen in der Nähe des Ufers, weniger als Begleitart in *Scirpus*-, *Equisetum*- und *Typha*-Beständen. Bei anderen Pflanzenvereinen bin ich dieser Art nicht begegnet. Praktisch gesehen fehlt *Phragmites* in den mittleren Teilen des Sees.

Glyceria fluitans rr u. pcc. Am Nordufer des Sees beim Kyläjoki.

Salix bicolor fqq u. cpp. Die beinahe alleinherrschende Art im Weidengestrüpp, die, abgesehen von der Uferstrecke zwischen der Apotheke und dem Kyläjoki, an allen Ufern des Sees vorkommt.

Polygonum hydropiper st fq u. gew. st pc. Am Nordufer im Ried häufig, wenn auch meist spärlich auftretend. Am Südufer etwas seltener. Auch im Sublitoralgebiet verhältnismässig häufig.

P. minus st fq u. gewöhnl. sp. An niedergetretenen Stellen im Eulitoralgebiet häufig (vgl. Hulkkonen, 1929). In der Sublitoralzone seltener als das vorhergehende.

P. amphibium rr u. pcc. 1 Exempl. in einer *Alisma*-Siedlung in der Nähe des Hofes Reinikkala.

Rumex aquaticus rr u. sp. Weidengestrüpp bei der Apotheke.

R. crispus rr u. st cp. Weidengestrüpp bei der Apotheke.

Montia lamprosperma p u. gew. st pc. An offenen Stellen der Seggensiedlungen verhältnismassig häufig auftretend. Im allgemeinen kommt sie allerdings jedesmal in einigen vereinzelten Individuen vor, seltener tritt sie selbst in geringerer Ausdehnung deckend auf.

Lychnis floscuculi r u. pcc. Am Westufer des Sees in den oberen Teilen der Eulitoralzone.

Stellaria palustris p u. pc. Innerhalb des Eulitoralgebietes stellenweise an allen Ufern.

Thalictrum flavum fq u. gewöhnl. sp. Im Uferried, reichlicher an Stellen, die am wenigsten von der Kultur berührt worden sind.

Caltha palustris p u. pc. An allen Ufern vornehmlich in *Carex*- und *Carex-Equisetum*-Siedlungen.

Nymphaea candida p u. pc—cp. Vorwiegend innerhalb der Eulitoralzone in Seggen- und in Schachtelhalmsiedlungen am Nordost-, Ost- und Südufer. Bei den Pflanzengesellschaften in der Mitte des Sees bin ich ihr nicht ein einziges Mal begegnet!

Nuphar luteum p u. pcc—cp. Wie vorherg. Ausserdem in einem zum Sublitoralgebiet gehörenden *Phragmites-Equisetum*-Verein in der Nähe von Simonsberg. In der Eulitoralzone etwas spärlicher auftretend als *Nymphaea*.

Nasturtium palustre st r u. pcc. Bei Pukkilanperä in der Eulitoralzone; in der Sublitoralzone einmal vorgekommen.

Cardamine pratensis st fq u. gew. pc. Eulitoralzone, am häufigsten im Osten des Sees.

Elatine triandra p u. st cp—cpp. Im Sublitoralgebiet in der Mitte des Sees, am reichlichsten und häufigsten in der Nähe des Flusses. Am Nordufer auch in der Eulitoralzone.

E. hydropiper r? u. pc. In der Mitte des Sees nahe dem Fluss einmal angetroffen.

Viola palustris p u. cp. In der Eulitoralzone am Südufer häufig, anderswo selten.

Geum rivale rr u. pcc. In der Eulitoralzone am Austritt des Luhtajoki.

Potentilla anserina p u. pc—st cp. In der Eulitoralzone vorwiegend an Stellen, die der Mahd und der Beweidung ausgesetzt sind.

Comarum palustre p u. pc. In der Eulitoralzone an allen Ufern verstreut, am häufigsten und reichlichsten am vermoorten Südwestufer. Im Sublitoralgebiet selten, in *Phragmites*-Siedlungen bei Reinikkala und Simonsberg angetroffen.

Filipendula ulmaria p u. pc. Stellenweise in der Eulitoralzone sowohl am Süd-, als auch am Nordufer, am reichlichsten auf dem Gelände zwischen Kylä- und Luhtajoki.

Lythrum salicaria. St fq u. pc in der Eulitoralzone, st r u. pcc im Sublitoralgebiet, wo es allerdings in allen Assoziationen auftritt.

Peplis portula rr u. pcc. Im Eulitoralgebiet an der Mündung des Kyläjoki.

Epilobium palustre p u. pc. In der Eulitoralzone an allen Ufern.

Hippuris vulgaris p u. pc. Im Sub- und Eulitoralgebiet bei der Apotheke, Pukkilanperä, Lupinnokka und Simonsberg, ebenso östlich vom Austritt des Luhtajoki.

Callitriche verna st fq u. sp. Im Sublitoral- und im Eulitoralgebiet in den Gräben. Im Uferried selten.

C. polymorpha st fq u. st pc. Wie vorhergehende, aber besonders im Sublitoralgebiet seltener und spärlicher auftretend.

Cicuta virosa fqq u. st cp. In allen Assoziationen des Sublitoralgebietes häufig, im Eulitoralgebiet etwas seltener. Beinahe alle aufgefundenen Individuen sind, nach der geringen Grösse des Rhizoms zu schliessen, verhältnismässig jung gewesen.

Peucedanum palustre st r u. pc. Im Eulitoralgebiet in der Nähe des Luhtajoki und am Südufer des Sees.

Lysimachia vulgaris st r. In der Eulitoralzone und in den Randteilen des Sublitoralgebietes vorwiegend am Nordufer des Sees. Einmal auf einer Bülte in der Mitte des Sees angetroffen. Tritt gewöhnlich in vereinzelten Individuen, bisweilen allerdings auch deckend auf.

Naumburgia thyrsiflora fqq u. st cp—cpp. Kommt am häufigsten und reichlichsten in der Sublitoralzone in der Nähe der Ufer vor. In der Mitte des Sees ist sie selten und auch in der Eulitoralzone verhältnismässig selten.

Menyanthes trifoliata p u. pc—cp. Am Nordufer sehr selten, am Südufer häufig. Am häufigsten und reichlichsten am vermoorten Südwestufer anzutreffen.

Myosotis scorpioides p u. pcc. Vorwiegend in der Eulitoralzone, im Sublitoralgebiet selten.

M. caespitosa st fq u. st pc. In der Eulitoralzone hauptsächlich an Stellen, wo der Seggenwuchs aus dem einen oder anderen Grunde schwach ist. Im Sublitoralgebiet noch seltener als vorherg.

Mentha arvensis r u. pc. In der Eulitoralzone bei Reinikkala und der Apotheke, wie auch auf dem zwischen Lupinnokka und Simonsberg gelegenen Ufergebiet.

Scutellaria galericulata r u. pcc. In der Eulitoralzone am Nordufer.

Veronica longifolia r u. pc. In der Eulitoralzone bei der Apotheke und in der Nähe von Lupinnokka.

Veronica scutellata st ru. pc. In der Eulitoralzone auf Pukkilanperä und am Südufer des Sees.

Pedicularis palustris fq u. sp. Vorwiegend in der Eulitoralzone an allen Ufern, im Sublitoralgebiet selten.

Utricularia vulgaris fqq u. cp. Am reichlichsten in den mittleren Teilen des Sees, etwas spärlicher im Sublitoralgebiet nahe dem Ufer. In der Eulitoralzone selten. Im Sublitoralgebiet in reichlichem Masse blühend.

U. intermedia fqq u. cpp. Im Eulitoralgebiet ziemlich häufig, wenn auch spärlich, am reichlichsten im Sublitoralgebiet in der Nähe des Ufers, etwas spärlicher in der Mitte des Sees. Blühend viel seltener als vorherg.

U. minor r u. st pc—cp. Auf Pukkilanperä in einem Graben innerhalb der Eulitoralzone i.J. 1931 blühend reichlich angetroffen. Im folgenden Jahre ist sie dort nicht mehr vorgekommen. Dagegen ist sie weiterhin in Torfgruben in der Nähe des Kyläjoki in den höheren Teilen des Eulitoralgebietes spärlich vertreten.

Galium palustre st fq u. pc—st cp. Vornehmlich in der Eulitoralzone auftretend, doch auch im Sublitoralgebiet verschiedentlich angetroffen.

G. trifidum p u. st pc. Tritt wie vorhergehendes auf, ist aber etwas seltener.

G. uliginosum p. In der Eulitoralzone vorwiegend etwas höher als die vorhergehenden.

Gnaphalium uliginosum st r u. pc. In der Eulitoralzone an Stellen, die der Mahd und der Beweidung ausgesetzt sind.

Bidens tripartitus st fq u. st pc. Im Eulitoralgebiet vornehmlich an durch Weidegang beeinflussten Stellen.

B. radiatus fq u. sp. Die im Nurmijärvi am häufigsten und reichlichsten auftretende Zweizahnart. Vornehmlich im Eulitoralgebiet, einige Male im Sublitoralgebiet angetroffen.

B. cernuus p u. gew. pc, bisw. sogar cpp. Im Eulitoralgebiet am reichlichsten bei der Apotheke, spärlich am Ost- und Südufer des Sees. Beim Luhta- und beim Kyläjoki sind einige Individuen auch im Sublitoralgebiet angetroffen worden.

An Gefässpflanzen fanden sich ausserdem folgende Arten, die in oberen Teilen der Eulitoralzone selten vorkommen: *Scheuchzeria palustris*, *Juncus conglomeratus*, *J. lamprocarpus*, *J. nodulosus*, *J. com-*

pressus, J. bufonius, Scirpus trichophorum, Eriophorum vaginatum, Salix aurita, S. cinerea, Sagina procumbens, Ranunculus flammula, R. reptans, R. repens, Cardamine amara, Parnassia palustris, Rubus arcticus, Valeriana officinalis, Achillea ptarmica, Cirsium palustre.

Die Moose sind spärlich vertreten. Folgende Arten sind angetroffen worden:

Sphagnum riparium r u. pc. In den oberen Teilen der Eulitoralzone in der Nähe von Lupinnokka und bei Simonsberg.

Sph. centrale r u. pc. Im Eulitoralgebiet zwischen Lupinnokka und Simonsberg.

Sph. squarrosum st r u. pc. Stellenweise im Eulitoralgebiet zwischen Apotheke, Pukkilanperä und Simonsberg, wie auch am vermoorten Südwestufer vertreten.

Sph. recurvum coll. p u. pc. In den oberen Teilen der Eulitoralzone am ganzen Südufer, am reichlichsten am Südwestufer.

Sph. papillosum r u. pcc. Wie vorherg., wenn auch spärlicher.

Mnium cinclidioides st r u. pc. Im Eulitoralgebiet, vorzugsweise am Nordost- und Südostufer.

Bryum cyclophyllum st r u. pc. Wie die vorhergehende.

Br. ventricosum. Wie die vorhergehende?

Campylium polygamum. Am Südostufer häufig, wenn auch spärlich auftretend.

Calliergon giganteum. Fq u. pc in der Eulitoralzone, st r im Sublitoralgebiet.

C. cordifolium. Ziemlich häufig in der Eulitoralzone an quellenreichen Stellen zwischen Apotheke, Pukkilanperä und Simonsberg.

Drepanocladus fluitans coll. Fq u. pc in der Eulitoralzone, st r im Sublitoralgb.

Dr. exannulatus. Im Sublitoralgebiet bei Lupinnokka.

Dr. Sendtneri. In den unteren Teilen der Eulitoralzone bei Simonsberg.

An reichlich vorkommenden Algen fanden sich in den untersuchten Proben folgende Arten:

Gloetrichia sp.
Nostoc carneum
Tolypotrix lanata
T. sp.
Tribonema viride
Aphanothece microscopica
Closterium Gynthia
Cl. Dianae
Cl. rostratum
Cosmarium reniforme

Desmidium Schwarzii
Euastrum denticulatum
E. verrucosum
Micrasterias rotata
Netrium digitus
Staurastrum alternans
Xanthidium cristatum
Mougeotia sp. (ster.)
Oedogonium sp. (ster.)
Pediastrum Boryanum
P. Tetras
Scenedesmus bijugatus
Vaucheria sp. (ster.)

Das über den Nurmijärvi aufgestellte Algenverzeichnis ist keineswegs vollständig. Es umfasst lediglich Cyanophyceen, Conjugaten, Heteroconten- und Chlorophyceen. Die wichtige Diatomeen-Gruppe ist überhaupt nicht vertreten. Auch von den oben erwähnten Gruppen sind nicht alle im Nurmijärvi vorkommenden Arten aufgefunden worden, da ich nur Gelegenheit fand, an 10 Stellen Algenproben zu entnehmen. Ausserdem sind die Proben alle um dieselbe Zeit, Mitte Juli, gesammelt worden, so dass noch nicht alle Arten in ihrer Entwicklung genügend weit vorgeschritten waren und aus diesem Grunde übersehen worden sind. Es ist hervorzuheben, dass gewisse früher beobachtete Arten in der Liste fehlen (*Aphanizomenon flos aquae;* Kivirikko 1898). Dieses mag, wie oben bemerkt, auf die Jahreszeit zurückzuführen sein; doch kann auch die Ursache dieser Erscheinung darin begründet liegen, dass die Arten bei der übermässigen Verseichtung des Sees tatsächlich verschwunden sind. Der allgemeine Charakter der Algenflora geht aus folgenden durch Dr. Carl Cedercreutz vermittelten Angaben hervor: »Der eutrophe Charakter des Nurmijärvi zeigt sich deutlich auch in seiner Algenflora. Die *Mougeotia-*, *Vaucheria-* und *Tribonema*-Arten treten wie die *Nostoc*-Arten hauptsächlich in eutrophen Gewässern auf. Ebenso ist die Artenarmut der *Desmidiaceen* bezeichnend für eutrophe Gewässer. Unter den seltenen Desmidiaceen enthielten die Proben einige für eutrophe Gewässer charakteristische Arten, wie z.B. *Euastrum verrucosum* und *Cosmarium reniforme*.»

An Gefässpflanzen gibt es im Nurmijärvi 119 Arten. Von diesen treten allerdings 63, also über die Hälfte, ausschliesslich in der Eulitoralzone auf, so dass die Flora des Sees im engeren Sinne nur 56 Arten enthält.

Wenn als eigentliche Wasserpflanzen diejenigen Arten angesehen werden, die sich so weit dem Wasserleben angepasst haben, dass sie vollkommen infraaquatisch wachsen, indem sie höchstens ihre Blüten

über den Wasserspiegel erheben oder auch ihre Blätter auf der Wasserfläche treiben lassen (Linkola 1932 b, S. 87), gibt es im Nurmijärvi nur 15 Wasserpflanzenarten. Unter diesen sind 6 (im Sublitoralgebiet) selten (siehe *Nuphar* und *Nymphaea* S. 49). Die Anzahl der eigentlichen Wasserpflanzen ist also im Nurmijärvi mit Rücksicht auf die allgemeine Üppigkeit und den Artenreichtum des Sees auffallend klein. Diese Tatsache ist allerdings einleuchtend, wenn wir in Betracht ziehen, dass die Tiefe des Sees bei Niedrigwasser 10—20 cm beträgt, so dass einige eigentliche Wasserpflanzen nicht mehr darin zu gedeihen vermögen. So fehlen jetzt vollkommen *Sparganium natans*, *Myriophyllum alterniflorum* und *Ranunculus peltatus*, die mit Sicherheit vor dem Sinken des Wasserspiegels im See gewachsen sind (Kivirikko 1898). *Potamogeton natans*, *P. obtusifolius*, *Polygonum amphibium*, *Nuphar luteum* und *Nymphaea candida* haben sich allerdings vorläufig noch erhalten, wenn sie auch im Gebiet des eigentlichen Sees nur an wenigen Stellen auftreten.

Um Klarheit darüber zu gewinnen, welcherlei Pflanzen auf Kosten der eigentlichen Wasserpflanzen profitiert haben, teilen wir nach Linkola (1932 b) die makrophytischen Gewächse des Sublitoralgebietes in Lebensformen ein und vergleichen deren Artenanzahl untereinander. Die Arten verteilen sich folgendermassen auf die einzelnen Gruppen:

Wasserblattkräuter	6
Wasser- und Schwimmblattkräuter	2
Eigentl. Schwimmblattkräuter	4
Freischwimmer	1
Grundblattkräuter	3
Luftblattkräuter	22
Schilfgewächse	18

Die Artenanzahl ist also sehr gering bei allen denjenigen Gruppen, deren Pflanzen ganz mit dem Wasser in Berührung kommen, dagegen ist sie bei den beiden letzten Gruppen, den Helophyten, erheblich grösser. Letztere haben sich nach der Verflachung des Sees auf Kosten ersterer stark vermehrt, und dieselbe Entwicklung ist noch jetzt im Gange, wie bei gewissen, ehedem häufigen Wasserpflanzenarten das jetzige Auftreten in zwei oder einigen wenigen Individuen im See zu erkennen gibt.

Unter den Arten, die im Bereich des Nurmijärvi ausschliesslich in der Eulitoralzone auftreten, wendet sich in erster Linie die Aufmerksamkeit denjenigen zu, die eigentlich in der Sublitoralzone unterzubringen wären. Hier wäre als erste *Utricularia minor* zu erwähnen, die ein Wassergewächs in des Wortes engster Bedeutung ist, und die trotzdem nur in den höchsten Teilen des Eulitoralgebietes auftritt. Hierher gehören weiterhin *Sparganium minimum*, das in das von LINKOLA mit strenger Kritik aufgestellte Verzeichnis der Wasserpflanzen im »weiten Sinne» aufgenommen worden ist, *Calla palustris* und *Menyanthes trifoliata*, die SAMUELSSON in die Pflanzenverzeichnisse der Seen von Dalarne eingereiht hat, und die in der von LINKOLA aufgestellten Liste zu den an der Grenze zwischen Wasser- und Landpflanzen rangierenden Arten gehören. Diese Reihe könnte noch um einige Arten verlängert werden, die beispielsweise in Nordsatakunta ganz allgemein in gleich tiefen Tümpeln an Stellen angetroffen werden können, die ständig unter Wasser sind. Für alle diese erwähnten Arten ist bezeichnend, dass sie im Bereich des Nurmijärvi lediglich in den o b e r e n T e i l e n der Eulitoralzone auftreten und dort im allgemeinen nicht sehr selten sind. Ihr Fehlen im Sublitoralgebiet ist also nicht zufällig, vielmehr scheinen die in Frage stehenden Arten den Nurmijärvi wirklich zu meiden. Da diese alle mehr oder weniger Oligotraphenten sind, mag diese Erscheinung zum Teil in der allzu grossen Eutrophie des Sees begründet liegen. Der pH-Wert des Sees ist an den meisten Stellen mehr als 7, was alle oben erwähnten Arten möglicherweise nicht ertragen können, trotzdem der Wettbewerb im See vorläufig noch ziemlich schwach ist. In den oberen Teilen des Eulitoralgebietes liegt an den Standorten, an denen obige Arten auftreten, pH im allgemeinen unter 6.

Andererseits begegnet man im Sublitoralgebiet Arten (*Juncus filiformis*, *Polygonum hydropiper*, *P. minus* u.a.), denen ein derartiger Standort eigentlich fremd ist. Denkbar wäre, dass die Eutrophie des Sees es den genannten Arten ermöglichte, auch auf das beständig mit Wasser bedeckte Gelände vorzudringen. Wahrscheinlicher allerdings ist, dass sie ihr Vordringen auf das Sublitoralgebiet dem dort vorläufig herrschenden schwachen Wettbewerb verdanken.

Oben wurde erwähnt, dass die Algenflora im Nurmijärvi ziemlich eutroph ist. Diese Tatsache tritt auch bei der Gefässpflanzenflora des Sees deutlich in die Erscheinung. Von den in seinem Sublitoralgebiet

vorkommenden Pflanzenarten sind 44 % eutraphent (die eutraphenten Arten nach Linkola 1932 b). Wenn nur die eigentlichen Wasserpflanzen berücksichtigt werden, ergeben sich an eutraphenten Arten 50 %.

Beim Vergleich des Nurmijärvi mit anderen untersuchten eutrophen Seen tritt seine Eutrophie noch deutlicher hervor. So umfasst beispielsweise der Savijärvi von Nummi (Ingman 1930), der ungefähr in derselben nördlichen Breite wie der Nurmijärvi gelegen ist, und dessen Verhältnisse denen des Nurmijärvi sehr ähnlich sind, nur ca 35 Pflanzenarten.[1] (Die entsprechende Anzahl beim Nurmijärvi 56.) Allerdings macht der Flächeninhalt des Savijärvi ungefähr nur die Hälfte von dem des Nurmijärvi aus, eine Tatsache, durch die an und für sich die Artenanzahl in gewissem Umfange verringert wird. Andererseits aber ist die Mitte des Sees bedeutend tiefer als die des Nurmijärvi, so dass ersterer mannigfaltigere Standorte zu bieten vermag. Im grossen und ganzen sind also die Artenziffern einander proportional. Der Prozentsatz der eutraphenten Arten beträgt beim Savijärvi etwas mehr als 30. Die Eutrophie des Nurmijärvi ist demnach bedeutend grösser als die des Savijärvi.

Von den durch Samuelsson untersuchten 81 Seen in Dalarne ist der artenreichste der Viggen-See, dessen Ausdehnung ungefähr zweimal so gross ist wie die des Nurmijärvi. Die Artenanzahl (42)[2] des erstgenannten kommt allerdings nicht derjenigen des Nurmijärvi gleich, und an eutraphenten Arten gibt es dort nur 20 %. In einigen *Potamogeton*- und Lagunenseen (Samuelsson 1925), deren Artenanzahl um 30 herum liegt, steigt der Prozentanteil der eutraphenten Arten allerdings bedeutend höher, wenn er auch immerhin unter 40 % bleibt (beim Nurmijärvi 44 %).

Auf Grund obiger Vergleiche tritt die Eutrophie des Nurmijärvi

[1] Die Anzahl ist dadurch zustandegekommen, dass von H. Ingmans Pflanzenverzeichnis diejenigen Arten mitgerechnet worden sind, über die auf Grund der von ihr angegebenen Mitteilungen vermutet werden kann, dass sie im Sublitoralgebiet auftreten.

[2] Nach seiner Artenliste hat Samuelsson den Begriff »Flora des Sees» ebenso weit gefasst, wie ich hinsichtlich des Nurmijärvi die Sublitoralflora umgrenzt habe. Trotzdem sind die Artenziffern nicht völlig einander proportional, weil der Nurmijärvi zum Teil schon seinen Seecharakter verloren hat (vgl. die Kartenbeilage).

klar hervor, vielleicht allzu klar, wie man wohl sagen könnte. Es ist nämlich in Betracht zu ziehen, dass die Anzahl der untersuchten Seen vorläufig noch zu gering ist, um eine sichere »Eutrophieskala» aufstellen zu können. Ausserdem ist nicht anzunehmen, dass sich unter den erwähnten Seen von Dalarne die in höchstem Grade eutrophen Seen Schwedens fänden. Vermutlich werden auch bei der Untersuchung des Küstengebietes Südfinnlands noch verschiedene Seen anzutreffen sein, die eutropher als der Nurmijärvi sind.

IV. ÖKOLOGIE.

AUTÖKOLOGIE.

Als der Nurmijärvi i.J. 1923 gesenkt wurde, standen über 100 ha Seegrund der Ausbreitung von Pflanzen zur Verfügung. Auf dieses zunächst wettbewerblose Gelände versuchten die verschiedenen Pflanzenarten möglichst rasch vorzudringen. Bald war es mit einer Vegetationsdecke überzogen, und danach hat der gegenseitige Kampf der einzelnen Arten um die eroberten Standorte eingesetzt, ein Kampf, der immer noch nicht auf nur annähernd stabile Vegetationstypen geführt hat. Aus diesem Grunde ist der Nurmijärvi äusserst dankbar für mancherlei ökologische Untersuchungen, von denen hauptsächlich diejenigen über die Ausbreitung der Pflanzen wichtig sind. Bei der Beschränkung der zur Verfügung stehenden Zeit und Mittel bin ich allerdings gezwungen gewesen, meine Untersuchungen auf 12 Arten zu konzentrieren, deren wichtigste ökologische Züge in jedem Fall einer besonderen Behandlung unterzogen sind.

Equisetum fluviatile.

Die Grenzen der *Equisetum*-Siedlungen sind gegenwärtig fortgesetzt in einer Verschiebung begriffen. Besonders am Ufer ist dieses deutlich zu beobachten. In den Wasserseggenmooren gibt es am Ufer des Sees im allgemeinen in reichlichem Masse Schachtelhalme. Vor dem Senken des Sees traten nach den Angaben der Bewohner an diesen Stellen — reine Schachtelhalmsiedlungen auf. Diese Tatsache wird auch dadurch bewiesen, dass unter vielen Seggensiedlungen in reichlichem Masse abgestorbene *Equisetum*-Rhizome liegen und auch das Verhältnis des lebenden Wurzelwerks zum Gewicht des oberirdischen Teiles bedeutend grösser als bei eigentlichen Schachtelhalmniederlassungen ist.

Sobald das Seggenwachstum schwächer wird, erobert sich *Equisetum* oft seine früheren Gebiete zurück. So gab es nach den Mitteilungen der Bewohner zwischen Kyläjoki und Luhtajoki an einigen Stellen, die im Sommer 1930 bereits typische Wasserseggenmoore darstellten, im Sommer 1931 wiederum Bestände mit *Equisetum* als Hauptart. Die Standorte hatten im Frühling zwei bis drei Wochen unter Wasser gestanden, eine Tatsache, die es ermöglichte, die Entwicklung von Seggen zu verlangsamen, indem sie wiederum das in den Seggenmooren von früher her spärlich wachsende *Equisetum* begünstigte. Dieselbe Erscheinung konnte ich im folgenden Jahr bestätigen. Der Wasserspiegel des Sees hatte während der Frühlingsüberschwemmungen wieder längere Zeit einen höheren Stand als gewöhnlich gezeigt, und die Folge davon war ein erneutes Vordringen der Schachtelhalmsiedlungen nach den Ufern zu auf Kosten der Seggenzone gewesen.

Zur Herbstzeit erobert die Segge wieder Gebiet zurück, wenn die Schachtelhalmbestände nach der Mahd im Sommer nicht mehr erheblich wachsen. Eine dauernde Störung für den Schachtelhalm veranlasst das Mähen allerdings nicht, vielmehr wächst er im folgenden Sommer ebenso normal wie an ungemähten Orten wieder.

Nach der Mitte des Sees, nach den *Alisma*-Siedlungen zu ist der

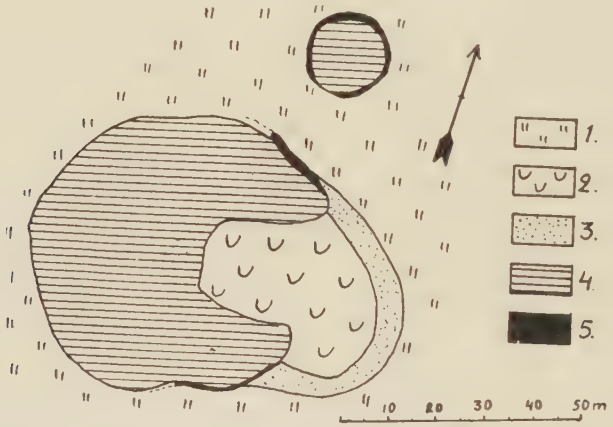

Abb. 5. Skizze über die Ausbreitung der *Scirpus*- und *Equisetum*-Siedlungen. 1. *Alisma;* 2. *Equisetum* i.J. 1931; 3. Zuwuchs von *Equisetum* 1931—1932; 4. *Scirpus* i.J. 1931; 5. Zuwuchs von *Scirpus* 1931—32.

Schachtelhalm beständig in der Ausbreitung begriffen. Allerdings mag gegenwärtig das Vordringen im allgemeinen langsamer als vor einigen Jahren vorsichgehen. Das vom Schachtelhalm beherrschte Gebiet ist nämlich zwischen den Jahren 1931 und 1932 etwas kleiner als seine durch Berechnung erhaltene durchschnittliche jährliche Ausbreitung nach der Senkung des Sees gewesen. Bei einigen Siedlungen konnte jedoch durch neue Kartierung das im vorhergehenden Jahre umgrenzte Gebiet durch ein jährliches Vordringen der Siedlungen des um ganze 5 m vergrössert werden (Abb. 5).

Die Durchschnittslänge der *Equisetum*-Sprosse in den Siedlungen wechselt zwischen 110 und 130 cm. Niedrigere oder höhere Siedlungen als diese sind selten. Die Maximallängen betragen im allgemeinen 130—180 cm. Der längste von mir gemessene *Equisetum*-Halm war 205 cm lang. In der Länge der Halme scheint im allgemeinen kein Unterschied zwischen reinen Schachtelhalmsiedlungen und verschiedenartigen Mischbeständen zu bestehen. Bei seggenuntermischten Schachtelhalmsiedlungen ist allerdings, offenbar der Trockenheit wegen, die Durchschnittslänge gering. Auch scheinen die hinsichtlich ihrer Üppigkeit verschiedenen *Equisetum*-Siedlungen in der Länge ihrer Halme nicht erheblich voneinander abzuweichen. Dagegen sind deren Sperrigkeit und Stärke, wie auch die Anzahl der Sprosse pro Flächeneinheit Schwankungen unterworfen.

Die Rhizome liegen zum grössten Teil in einer Tiefe von 10—50 cm. Vereinzelte starke Rhizomfragmente habe ich jedoch auch in einer Tiefe von 70—80 cm angetroffen, und wahrscheinlich liegen sie auch noch tiefer (Vgl. Kotilainen 1927, S. 76; Metsävainio 1931, S. 55).

Die Vermehrung von *Equisetum* scheint im Nurmijärvi hauptsächlich vegetativ durch Rhizome vorsichzugehen, danach zu schliessen, dass es vorwiegend in dichten Beständen oder an Stellen auftritt, wo es, wie man annehmen kann, auf früher am Orte vorgekommene *Equisetum*-Siedlungen zurückzuführen ist. Doch gibt es in den mittleren Teilen des Sees eine Menge *Equisetum*, das schwerlich als durch Rhizome verbreitet angesehen werden kann, da die Art hier vornehmlich in vereinzelten, hier und dort verstreuten Sprossen auftritt. Auch als Relikte können diese naturgemäss nicht erklärt werden. Aus diesem Grunde müssen sie wohl als durch Sporen verbreitet angesehen werden.

Typha latifolia.

Die *Typha latifolia*-Siedlungen erscheinen an den Rändern etwas unbestimmt, und sie weisen auch dann keine eigene Form auf, wenn sie gegen *Alisma*-Bestände grenzen, die der Ausbreitung von *Typha* keinerlei Hindernisse entgegensetzen (vgl. *Scirpus lacuster* u. *Sparganium ramosum*). Dieses ist wohl darauf zurückzuführen, dass die vegetative Vermehrung von *Typha* mit Hilfe langer kräftiger Aus-

Abb. 6. Zuwuchs eines *Typha*-Rhizoms während eines Sommers (1932) bis Mitte Juli.

läufer vorsichgeht, die sich unter Bewahrung ihrer Hauptrichtung rasch in die *Alisma*-Bestände vorschieben. Mitte Juli 1932 waren schon über einen Meter lange, in demselben Sommer entwickelte Ausläufer (Abb. 6) vorhanden, und da noch die zweite Hälfte des Sommers ausstand, ist es natürlich, dass unter den Ausläufern über zwei Meter lange Jahrestriebe im Nurmijärvi nicht selten sind. Aus der Abbildung ist weiterhin zu ersehen, dass die *Typha*-Ausläufer beispielsweise im Vergleich zu *Phragmites* und *Scirpus* spärliche Verzweigungen aufweisen, und dass die Ausläufer oberirdische Sprosse nur in gegenseitigen Entfernungen von 30—50 cm bilden. Hierauf beruht, dass

Typha sich im allgemeinen nicht in zusammenhängender, geschlossener Front ausbreiten kann, sondern dass die vordringende Siedlung von zahlreichen Pionierindividuen umrahmt ist. Auf diese Weise kann *Typha* sich rasch neue Gebiete erobern. Als konkretes Beispiel hierfür mag der durch Abb. 9 (S. 46) dargestellte Fall angesehen werden. I.J. 1931 gab es bei der Kartierung an der Stelle zwei kleine *Typha*-Bestände, zwischen denen vereinzelte Rohrkolbenindividuen standen. Im Sommer 1932, als die Stelle aufs neue kartiert wurde, hatten sich beide Siedlungen vereinigt, und um die auf diese Weise entstandene grosse Siedlung hatte sich eine neue Ausbreitungszone gebildet.

Die Intensität der Ausbreitung von *Typha* wird am besten dadurch bezeugt, dass sie, nachdem sie erst nach dem Senken des Sees aufgetaucht war, imstande gewesen ist, für ihre Siedlungen ein mehr als 15 ha grosses Gebiet im Verlaufe von 9 Jahren zu erobern (vgl. Kartenbeilage). *Typha* ist auch nach *Alisma* in der Lage gewesen, sich am intensivsten derjenigen Teile des wettbewerblosen Untergrundes zu bemächtigen, die nach dem Senken des Sees in seiner Mitte freigelegt worden sind. Hierbei ist auch neben der vegetativen Vermehrung die Samenverstreuung einigermassen von Bedeutung gewesen. Ihre Wichtigkeit wird bereits durch die Allgemeinheit der Samenkeimlinge im Nurmijärvi bewiesen. Die grosse Menge von Siedlungen verschiedenen Umfanges im ganzen See spricht auch für diese Tatsache, da nicht durch das Wachstum von Ausläufern getrennte, voneinander entfernt liegende Siedlungen haben entstehen können.

Allerdings kann auch eine vegetative Vermehrung in gewissem Masse die Entstehung von isolierten Siedlungen in der oben angegebenen Weise bewirken, da *Typha* auf weichem Ton- und Gyttjaboden wächst, wo die Regelationserscheinungen leicht grosse Stücke loslösen und sie an andere Stellen, sogar bis in eine Entfernung von 100 m, verfrachten. *Typha* nämlich ist nicht imstande, den Grund ebenso wirksam zu binden wie *Equisetum* und *Phragmites* mit ihren tiefgehenden Rhizomen oder wie *Scirpus lacuster* mit der Bildung eines besonders zähen Rhizom- und Wurzelgeflechts. Die *Typha*-Rhizome verlaufen horizontal in einer Tiefe von 20—30 cm in der Gyttja, ohne sich besonders fest mit dieser oder untereinander zu verbinden. Auch sind sie ziemlich spröde, was ebenfalls geeignet ist, den Einfluss der Regelation zu erleichtern. Auf diese Weise ist

jedoch nur ein kleiner Teil der oben erwähnten isolierten Siedlungen zustandegekommen.

Gegen *Equisetum-*, *Phragmites-* und *Scirpus lacuster*-Siedlungen grenzt sich *Typha* im allgemeinen schärfer ab, und die *Typha*-Individuen sind auch am Rande des Bestandes fertil. Aus weiteren Tatsachen habe ich über die Kraftverhältnisse der verschiedenen Siedlungen in ihren Grenzgebieten nichts schliessen können. Innerhalb der *Phragmites*-Siedlungen gibt es oft kleine durch das Eis dorthin verfrachtete *Typha*-Partien, die allerdings verkümmert aussehen. Auch sind sie im allgemeinen nicht von jungen Schösslingen umgeben. Anscheinend sind sie also nicht imstande, *Phragmites* zu verdrängen. In einigen Fällen konnte ich auch im Sommer 1932 feststellen, dass bestimmte derartige im vorhergehenden Jahre auf einem Lehmblock angesiedelte Partien verschwunden waren. Allerdings stiess ich auch auf *Typha*-Gruppen, die imstande gewesen waren, sich bei der Zerbröckelung des Lehmblocks und seiner Einebnung in den Boden am Leben zu erhalten. Hierbei sind die *Typha*-Wurzeln bis in Normaltiefe eingedrungen, und die Pflanze ist nicht mehr den Störungen ausgesetzt, welche die Individuen, die auf den aus dem Wasser hervorragenden Lehmblöcken auftreten, ertragen müssen. Derartige Individuen schienen bedeutend besser zu gedeihen als im vorhergehenden Jahre, und sie waren auch von jungen Schösslingen umgeben, die in *Phragmites*-Siedlungen eingedrungen waren. In einigen Fällen kann also auch ein vom Eise transportierter Lehmblock die Ausbreitung von *Typha* in einem stark konkurrenzfähigen fremden Bestand begünstigen. Auch in *Scirpus lacuster*-Siedlungen bin ich einigen wenigen jungen *Typha*-Schösslingen begegnet. Es hat jedoch den Anschein, wie wenn *Typha* im allgemeinen nur schwer in das unter dem Schilf liegende dichte und zähe Wurzel- und Rhizomgeflecht einzudringen vermag.

Da jetzt die Grenzen der Pflanzenvereine auf der Karte genau festgelegt worden sind, dürfte nach einigen Jahren die Konkurrenzfähigkeit der verschiedenen Siedlungen unter den im Nurmijärvi herrschenden Verhältnissen zu erkennen sein.

Im ältesten und zentralsten Teil der *Typha*-Siedlungen bei der Apotheke war im Sommer 1932 eine Erscheinung zu beobachten, die vielleicht zu bedeuten hat, das *Typha* trotz ihrer raschen Ausbreitung im Nurmijärvi schwächer zu werden im Begriff steht. Auf einem

weiten Gebiet, wo im vorhergehenden Jahre *Typha* sogar dichter als gewöhnlich gestanden und wo es in reichlichem Masse fertile Triebe gegeben hatte, betrug im Sommer 1932 auf der von mir benutzten 0.25 m² grossen Probefläche die Individuenanzahl nur 2—3 (vgl. auch Abb. 7). Und diese Individuen waren alle ganz klein. An fertilen

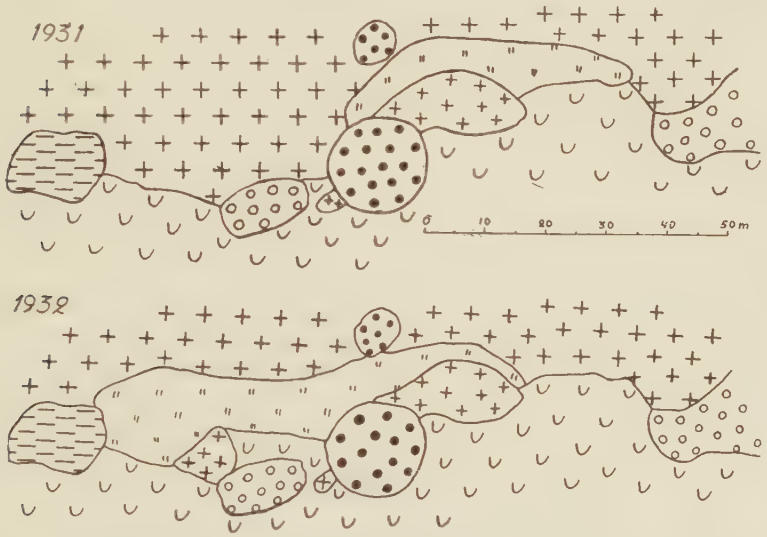

Abb. 7. Zurückweichen einer *Typha*-Siedlung (+) in den Jahren 1931—1932. Die Bezeichnungen sind dieselben wie in Abb. 12.

Individuen gab es nur 1—2 pro Ar. Ausserdem war das Vergilben der inneren Blätter allgemein. Eine Erklärung für diese Erscheinung ist schwer. Durch die Wettbewerbverhältnisse ist sie nicht veranlasst, da am Orte an anderen Gewächsen nur *Alisma* erschienen ist, die bekanntlich von schwacher Konkurrenzfähigkeit ist. Der Grund muss also entweder bei durchaus lokalen und zufälligen Faktoren (Frösten, Schmarotzern usw.) oder in einer am Vegetationsstandort selber eingetretenen Verschlechterung der Verhältnisse liegen (vgl. *Sparganium ramosum* S. 40). Es handelte sich somit um einen Rückzug, der beim Ausgleich der Verhältnisse auf die rasche Ausbreitung gefolgt war. Wenn dem so ist, verbreitet sich das Gebiet, in dem *Typha* »erkrankt» ist oder ganz verschwindet, immermehr, während sie sich gleichzeitig neue Gebiete am anderen Rande der Siedlung erobert. Diese Tatsache wäre also nach einigen Jahren durch Vergleich der derzeitigen

Vegetation mit der gegenwärtigen Vegetationskarte leicht zu entscheiden.

Möglich ist, dass auch die im Nordosten des Sees gelegene, die beiden grössten *Typha*-Siedlungen trennende *Alisma*-Partie auf diese Weise in einem früheren zusammenhängenden *Typha*-Gebiet entstanden wäre. Die Degeneration der *Typha*-Siedlungen hätte in diesem Fall schon i.J. 1931 angefangen, obgleich es damals noch nicht beobachtet werden konnte, da frühere genaue Kenntnisse über die Vegetation fehlten. Für diese Annahme spricht der Umstand, dass einige im erwähnten *Alisma*-Bestand vorkommende *Typha*-Siedlungen derselben Erkrankung verfallen sind wie die beim Ufer der Apotheke auftretenden Teile der grossen Siedlung. An anderen Stellen breiten sich ja die kleinen Bestände um dieselbe Zeit stark aus.

Die Stengel der *Typha latifolia*-Individuen werden in normalen Siedlungen 140—150 cm lang. Die Blätter ragen um ca 10—20 cm über die Schächte hinaus. Das längste von mir gemessene *Typha*-Individuum war 230 cm hoch. Im allgemeinen scheint *Typha* umso höher zu sein, je dichter die Siedlung ist. Niedriger sind die jungen sterilen Siedlungen, deren Durchschnittsmass sich auf 100—120 cm beläuft. In normal entwickelten Siedlungen sind durchschnittlich ca 40 % der Triebe fertil. Die Durchschnittslänge der Kolben beträgt ca 15—20 cm. Allerdings bin ich auch 45 cm langen, normal entwickelten Kolben begegnet.

Typha angustifolia.

Typha angustifolia habe ich nur an 9 Stellen angetroffen, von denen die meisten in den mittleren Teilen des Sees, einige am Nordufer gelegen sind. Das kleinste Vorkommen umfasst nur 4—5 Individuen, das grösste war eine ca 50 m² umfassende Siedlung. Die meisten Vorkommnisse waren reine *Typha angustifolia*-Siedlungen, an zwei Stellen trat sie in einem *Typha angustifolia-T. latifolia*-Verein auf. In letzterem Fall waren im allgemeinen die *Typha angustifolia*-Individuen höher, und auch sonst schienen sie besonders gut zu gedeihen, so dass sie wenigstens in diesen Gesellschaften Möglichkeiten hätten, ihren Platz zu bewahren.

Die Durchschnittshöhe der *Typha angustifolia*-Schächte ist immerhin kleiner als die von *T. latifolia;* sie beträgt nur ca 130 cm. Die

Blätter ragen ca 20—30 cm höher auf. Ca 30 % der Sprosse sind fertil (die Ziffer ist des geringen Umfangs des Materials wegen unsicherer als die über *T. latifolia* ermittelte).

Wurzelschicht und Rhizom scheinen auf Grund der von mir untersuchten Fälle etwas tiefer als die von *Typha latifolia* zu liegen, wenngleich sich im übrigen die Wurzeln von *T. angustifolia* auf dieselbe Art in den Boden einfügen.

Sparganium ramosum.

Sparganium ramosum tritt am Fluss teilweise in reinen Siedlungen, teilweise mit *Alisma* zusammen in Mischbeständen auf, die im Verein mit den reinen *Alisma*-Siedlungen einen höchst verwickelten Assoziationskomplex bilden. Die verschiedenen Siedlungen grenzen sich ganz regellos gegeneinander ab, bald mit scharfen Rändern, bald ganz unbestimmt ineinander übergehend.

Besonders typisch für *Sparganium ramosum* sind die ringförmigen Siedlungen. In ihrer Mitte stehen spärlich niedrige *Sp. ramosum*-

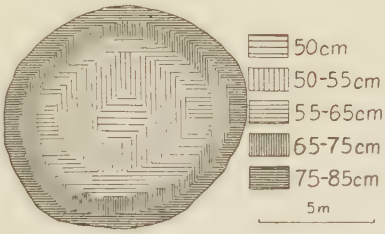

Abb. 8. Sprosshöhe in verschiedenen Teilen einer ringförmigen *Sparganium ramosum*-Siedlung.

Sprosse. Die Grösse der Sprosse nimmt nach den Rändern hin zu, und ganz an der Peripherie liegt eine 0.5—1 m breite Zone, wo die Deckung von *Sparganium ramosum* 100 % und die Höhe in einigen Fällen nahezu einen Meter beträgt. Abb. 8 stellt eine genauer untersuchte typische Ringsiedlung dar, bei der die Grösse der Sprosse sowohl in der Mitte, als auch an den Rändern des Bestandes deutlich hervortritt. Auch bei der Menge der Pflanzenmasse kann in seinen verschiedenen Teilen ein auffallender Unterschied festgestellt werden, wenngleich es durch die Abbildung nicht zum Ausdruck gelangt.

Bei den mittleren Teilen der Siedlung betrug das Gewicht der oberirdischen Pflanzenmasse 580 g auf einer 0.25 m^2 grossen Probefläche, am Rande dagegen 1 560 g auf einem gleich grossen Viereck.

Derartige Ringsiedlungen sind offenbar aus einem oder einigen wenigen Individuen entstanden, die in ihrer gegenwärtigen Mitte angesiedelt gewesen waren und sich vornehmlich vegetativ mit Hilfe von kurzen Ausläufern, die in einer Art Rhizomknolle endigten, verbreitet haben. Dass es sich hier tatsächlich um eine durch vegetative Vermehrung veranlasste Bildung handelt, wird durch die Schärfe der Ränder und die regelmässige Kreisform der Siedlungen bewiesen. Hieraus geht die grosse Bedeutung der vegetativen Vermehrung für *Sp. ramosum* hervor.

An diesen Siedlungen ist auch zu erkennen, dass *Sparganium ramosum* im Nurmijärvi schwächer wird an solchen Stellen, wo es längere Zeit deckend aufgetreten ist. Es verschlechtert also selber seinen Boden, indem es darin vorhandene Bestandteile verbraucht, ohne in der Lage zu sein, bei dem Zerfall seiner Pflanzenmasse die ganze entsprechende Menge zurückzuerstatten, oder indem es möglicherweise die Entstehung von Stoffen veranlasst, die ihm selber schädlich sind.

Sparganium ramosum verhält sich also zu seinem Standort ganz anders als die meisten übrigen Arten, die sich im allgemeinen, sobald sie an einem Ort Fuss gefasst haben, zu grösserer Üppigkeit entwickeln, so dass die mittleren Teile der Siedlung am höchsten sind und die grösste Pflanzenmasse pro Flächeneinheit aufweisen. Phil. mag. L. Pohjala, der den Äyräpääjärvi-See untersucht hat, konnte feststellen, dass sich dort u.a. die *Fluminia*-Siedlungen auf dieselbe Art entwickelt haben wie die *Sp. ramosum*-Siedlungen im Nurmijärvi.

In unmittelbarer Nähe des Flusses, wo sicher alte Gesellschaften von *Sp. ramosum* anzutreffen sind, verhält es sich allerdings anders. Dort bildet es überall unabhängig vom Alter üppige Siedlungen, und an einer Stelle ist es sogar imstande gewesen, im Verlaufe von 9 Jahren das Flussbett in einer Länge von einigen hundert Metern zu überwachsen. (Das Flussbett ist i.J. 1923 im Zusammenhang mit der Senkung des Sees gereinigt worden.) Diese Tatsache beruht wahrscheinlich auf dem vom Flusse mitgeführten Schlamm und dem beständig wechselnden Wasser.

Oben ist nachgewiesen worden, dass für die Verbreitung der

eigentlichen *Sparganium*-Siedlungen die vegetative Vermehrung von entscheidender Bedeutung ist. Auch ist die Verbreitung der Art über neue Standorte intensiv, da sie beinahe in allen Pflanzenvereinen häufig anzutreffen ist. Diese Tatsache weist darauf hin, dass die Verbreitung durch Samen bei *Sparganium ramosum* besonders ausgebildet ist.

Die Durchschnittshöhe von *Sparganium ramosum* beläuft sich in den Siedlungen auf ca 60 -80 cm. Am Flusslauf sind jedoch häufig Bestände anzutreffen, deren Durchschnittshöhe 120—130 cm ausmacht. Das längste gemessene Individuum war 155 cm lang.

Der Hauptteil der Wurzelschicht von *Sparganium ramosum* liegt in einer Tiefe von nur ca 10 cm. Seines dichten Wuchsgefüges wegen ist es jedoch imstande, sich verhältnismässig gut mit dem Boden zu verbinden, so dass in seinen Siedlungen ziemlich selten Lichtungen anzutreffen sind, die sich dadurch gebildet haben, dass das Eis den Boden gesprengt und die dabei losgelösten Erdmassen an andere Stellen verfrachtet hat.

Alisma plantago aquatica.

Alisma plantago aquatica ist eine schwache Art, die ihrer reichlichen Samenbildung wegen fähig gewesen ist, sich rascher als die anderen Arten des bei der Senkung des Sees hervorgetretenen konkurrenzfreien Gebietes zu bemächtigen, die aber später fortgesetzt genötigt gewesen ist, Teile ihre Areals an *Typha*, *Equisetum*, *Phragmites* und *Scirpus lacuster* einzuräumen.

Die *Alisma*-Siedlungen bieten den Regelationserscheinungen das beste Wirkungsfeld, da ihr in der Nähe der Oberfläche gelegenes Wurzelwerk den Boden kaum zu binden vermag. In den *Alisma*-Siedlungen sind deswegen auch durch Frosterscheinungen aufgerissene Erdlöcher am meisten anzutreffen.

Die Durchschnittslänge von *Alisma* beläuft sich in ihren eigenen Siedlungen auf 70 -80 cm, am Südufer auf weniger als am Nordufer. Die längsten Individuen in den Siedlungen sind im allgemeinen ca 20 cm höher als das Durchschnittsmass. In den *Alisma*-Siedlungen sind selten Individuen anzutreffen, die über 1 m lang sind. Die längsten Individuen kommen am Flusslauf in *Sparganium ramosum*- und *Sp. ramosum-Alisma*-Siedlungen vor. Dort sind über 1 m lange

Individuen nicht selten. Das längste gemessene Individuum war 180 cm lang.

Elodea canadensis.

Elodea canadensis ist durch Anpflanzung in den Nurmijärvi gekommen, wo sie sich sogleich rasch ausgebreitet hat (vgl. HINTIKKA 1926). Nach den von Prof. HALLAKORPI gegebenen Mitteilungen ist sie vor der Senkung des Sees dort so reichlich gewesen, dass sie bei Bootsfahrten störend wirkte. Damals trat sie auch im Süden des Sees reichlich auf.

Gegenwärtig ist sie, wie im floristischen Teil erwähnt wurde, nicht gerade in nennenswerter Weise mehr im Süden des Sees anzutreffen, und an anderen Stellen kommt sie meist nur spärlich vor. Teilweise ist wohl diese Abnahme auf die übermässige Verseichtung des Wassers zurückzuführen. Als weiterer Grund wäre denkbar, dass im Nurmijärvi auf die rasche Ausbreitung von *Elodea* ein ähnlicher Rückzug eingetreten wäre, wie er in verschiedenen anderen Seen beobachtet worden ist.

Blühend habe ich *Elodea* im Nurmijärvi angetroffen: 1. bei der Apotheke in einem mit dem See in Verbindung stehenden Bootshafen, der einmal zur Erleichterung der Bootsfahrten ausgehoben worden ist, 2. in den mittleren Teilen des durch den See verlaufenden Flusses und in den nördlich von diesem gelegenen Gebieten des Sees, 3. beim Austritt des Luhtajoki.

Phragmites communis.

Bei *Phragmites communis* weist das deutlich an selbständige Siedlungen gebundene Auftreten unverkennbar darauf hin, dass die Vermehrung durch Samen im Vergleich zu der vegetativen belanglos ist. Von der Intensität der vegetativen Vermehrung gibt die starke Verzweigung der *Phragmites*-Rhizome ein gutes Bild.

Die Rhizome dringen jedenfalls in den meisten Fällen wenigstens bis in eine Tiefe von 1 m vor. Oft kommen lebende Wurzelstockteile noch viel tiefer vor, wenngleich sie dort schon so spärlich sind, dass sie nicht mehr in erheblichem Masse auf das Gewicht der ganzen Wurzelschicht einwirken. Des Vergleiches wegen sei erwähnt, dass

Kotilainen (1927, S. 62) festgestellt hat, dass sich in den Mooren die *Phragmites*-Rhizome bis in eine Tiefe von mehr als 80 cm erstrecken. Metsävainio (1931, S. 73) ist in einem Braunmoor-Reisermoor Rhizomen begegnet, die eine Tiefe von 100 cm erreichen.

Die tiefgehenden Rhizome binden den Boden gut, so dass die Regelationserscheinungen keine Gelegenheit finden, die *Phragmites*-Siedlungen in nennenswerter Weise zu beeinflussen.

Nach der Senkung des Sees hat sich *Phragmites* stark nach der Mitte des Gewässers zu ausgebreitet, und auf Grund seiner kräftigen Wurzelstockmasse hat er auch gewisse frühere Standorte, die gegenwärtig während des grössten Teils des Sommers auf dem Trockenen liegen, zu behaupten gewusst. Nur an Stellen, wo er abgemäht worden ist, haben *Equisetum* und *Carex*-Arten ihn zu verdrängen vermocht. Dieses ist besonders am Nordufer zu beobachten, wo unter der zu mähenden *Equisetum*-Siedlung in reichlichem Masse abgestorbene *Phragmites*-Rhizome anzutreffen sind.

Die gegenwärtigen *Phragmites*-Siedlungen sind mit wenigen Ausnahmen ganz jung, nach der Verseichtung des Sees entstanden. Vorher war diese Art nach den Mitteilungen der Bewohner nur an einigen Stellen im See vertreten, und auch diese Siedlungen waren klein. Dieselbe Tatsache wird auch durch die von Kivirikko (1898) gemachten Angaben und die von ihm gezeichnete Karte des Nurmijärvi vermittelt (vgl. S. 93). *Phragmites* gehört also zu den Arten, die sich nach der Senkung des Sees stark ausgebreitet haben. Trotzdem hat er an einigen Stellen ebenso wie *Typha* in der letzten Zeit Symptome des Verschwindens aufzuweisen begonnen. Am Südufer des Sees sind einige ganz kleine Siedlungen, die in die Karte von 1931 eingetragen worden waren, verschwunden, so dass im Sommer 1932 an deren Stellen nur einige *Phragmites*-Halme bemerkt werden konnten. Auch bei einigen anderen *Phragmites*-Siedlungen am Südufer war das Wachstum des Schilfes im Vergleich zum vorhergehenden Jahre schwächer geworden. Dieselbe Tatsache ist auch am Ostufer des Sees nach den Aussagen der Bewohner zu beobachten. Dort ist sie allerdings zum grössten Teil auf die Mahd zurückzuführen, die *Phragmites* verhältnismässig schlecht auszuhalten scheint. Die Bewohner allerdings behaupten, dass auch gewisse unberührte Siedlungen in den letzten Jahren lichter geworden sind. Am Nordufer des Sees habe ich, ebenso auch die Bewohner, eine derartige

Entwicklung nur an Stellen, die der Mahd ausgesetzt sind, bemerken können.

Auch hinsichtlich der Entwicklung von *Phragmites* besteht zwischen Nord- und Südufer des Sees ein deutlicher Unterschied. Im Sommer 1931, am 15. August, als die Untersuchung des Sees ganz in den Anfängen lag, wurde festgestellt, dass das Blühen von *Phragmites* am Nordufer bereits beendet war. In den Siedlungen des Südufers setzte das Blühen erst um dieselbe Zeit ein. Die Entwicklung schien sich in dieser Beziehung etwas mehr als eine Woche verspätet zu haben. Im folgenden Jahre waren am 17. Juli am Nordufer beinahe in allen Siedlungen die Rispen hervorgebrochen, während dagegen am Südufer das Aufgehen der Rispen am 26.—27. Juli vorsichging. Das Südufer war also in dieser Beziehung 9—10 Tage hinterher.

Auch in der Länge der Sprosse sind Unterschiede zwischen beiden Ufern zu konstatieren. Am Südufer habe ich als Durchschnittslänge für *Phragmites* ca 215 cm, am Nordufer dagegen ca 245 cm ermittelt. Die längsten gemessenen Individuen finden sich allerdings am Südufer, doch gehören sie nicht *Phragmites*-Siedlungen, sondern einem in der Eulitoralzone gelegenen Weidengestrüpp an, wo ca 5—6 *Phragmites*-Sprosse standen. Unter diesen waren eines 360 cm und zwei 350 cm lang. Innerhalb der *Phragmites*-Siedlungen im See selber gilt als Maximallänge ca 290 cm, und alle Sprosse, die sich dieser Länge nähern und in Siedlungen auftreten, sind im Norden des Sees vorgekommen.

Scirpus eupaluster.

Scirpus eupaluster tritt allgemein über den ganzen See verbreitet auf, was auf intensive Samenbildung hinweist. Die geringe Grösse der Art hat es ihr trotz der verhältnismässig intensiven vegetativen Vermehrung allerdings unmöglich gemacht, bedeutendere eigene Siedlungen anzulegen, während sich die rasch vordringende und umfangreichere *Alisma* der Vegetationsstandorte bemächtigte.

Scirpus lacuster.

Scirpus lacuster hat seine gegenwärtigen Siedlungen zum grössten Teil nach der Verseichtung des Sees angelegt. Zwar hat diese Art

bereits vor dem Sinken des Wasserspiegels eine zusammenhängende Vegetationszone im See gebildet (KIVIRIKKO 1898), doch hat sie am Ufer den Hauptteil ihres früheren Gebietes an *Equisetum* und Seggen abgetreten. An einigen Stellen tritt sie an derartigen Orten noch in niedrigen, sterilen Individuen hier und da zwischen Segge und Schachtelhalm auf. Es hat den Anschein, wie wenn dies zum grössten Teil ohne spätere Mitwirkung des Menschen lediglich auf Grund der Veränderung der Konkurrenzverhältnisse, veranlasst durch die Verflachung des Sees, zustandegekommen wäre. Im Sublitoralgebiet, wo zu allen Jahreszeiten genügend Wasser zur Verfügung steht, wird *Scirpus lacuster* durch das Mähen nicht behindert. Vielmehr wachsen seine Halme im Gegensatz zu *Equisetum* nach der Mahd reichlich, so dass die assimilierende Fläche gross bleibt, und sein dichtes Wurzel- und Rhizomgeflecht erschwert die Ausbreitung der konkurrierenden Arten. Nicht einmal bei den *Scirpus-Equisetum*-Siedlungen ist bemerkt worden, dass der Schachtelhalm durch die Mahd der Teichbinse gegenüber im Vorteil gewesen wäre, so dass diese Arten mit Rücksicht auf den Einfluss der Mahd ungefähr gleich stark zu sein scheinen.

Dagegen ist *Scirpus* im Eulitoralgebiet natürlich viel schwächer im Wettbewerb. An einigen Stellen hat das Austrocknen des Wurzelteils geradezu das Verschwinden von *Scirpus* bewirkt. So. starb z.B. am Südwestufer des Sees gleich nach seiner Senkung das grosse Areal einer *Scirpus lacuster*-Siedlung ab, ohne dass irgendeine andere Art die Teichbinse verdrängt hätte. Der Standort blieb während zweier Sommer ohne Vegetationsdecke, da andere Pflanzen des zurückgebliebenen dichten Wurzelwerks wegen in ihrer Niederlassung behindert waren. Später haben *Equisetum* und *Salix* die Stelle erobert.

Während *Scirpus lacuster* den Hauptteil seines früheren Areals am Ufer einbüsste, ist er gleichzeitig rasch gegen die Mitte des Sees vorgeschritten. Da auch die anderen biologisch ± starken Arten (vorwiegend *Phragmites* und *Typha*) versuchten, nach dem Verseichten des Sees rasch neue Standorte zu erobern, machte das Vordringen von *Scirpus* an vielen Stellen Halt, so dass die frühere nahezu einheitliche *Scirpus*-Zone unterbrochen wurde.

Ausserdem ist *Scirpus lacuster* in der Mitte des Sees stark in der Ausbreitung begriffen. Er bildet dort zahlreiche verschieden

grosse, mehr oder weniger kreisförmige Siedlungen. Dieses zeigt, dass *Scirpus lacuster* sich wenigstens im Bereich eines vereinzelten Sees viel intensiver ausbreitet als z.B. *Phragmites*, der praktisch gesehen ganz und gar in der Mitte des Nurmijärvi fehlt. Dass diese Siedlungen ihren Ursprung auf Samenverbreitung zurückführen, ist mit Sicherheit anzunehmen, da sich im Verlaufe von 9 Jahren *Scirpus* mit seinen verhältnismässig kurzen Rhizomen nicht auf vegetativem Wege an so viele Stellen weit mitten im See hat verbreiten können, besonders da bei *Scirpus*-Rhizomen ein Transport durch Eis nicht denkbar ist, wie später nachgewiesen wird.

Für die Verbreitung der *Scirpus*-Siedlungen ist die Samenbildung allerdings nicht von grosser Bedeutung. Hierauf weist die runde Form der meisten Siedlungen deutlich hin. Eine Siedlung, die sich durch Samenverstreuung auf praktisch gesehen konkurrenzfreien Boden verbreitet, ist an ihren Rändern zerschlitzt und von unbestimmter Form. Wenn dagegen die vegetative Fortpflanzung wie bei *Scirpus* durch einen reichverzweigten Wurzelstock vorsichgeht, der durchschnittlich in Zwischenräumen von 1—5 cm oberirdische Triebe entsendet, muss notwendigerweise eine ganzrandige und runde Siedlung entstehen, soweit die Verhältnisse an allen Seiten dieselben sind. — Bei den in der Mitte des Nurmijärvi gelegenen grössten, runden Siedlungen beträgt der Radius meistens ca 12 m. Da diese offenbar gleich nach der Senkung des Wasserspiegels entstanden sind (die kleineren runden Siedlungen sind wohl wenigstens zum Teil jünger.), kann deren Alter auf 9 Jahre geschätzt werden. Als Durchschnittsgeschwindigkeit für die Verbreitung einer Siedlung ergibt sich somit 1.3 m pro Jahr. Durch Vergleich der Ränder einiger Bestände vom J. 1932 mit der im vorhergehenden Jahre von mir aufgestellten Spezialkarte, konnte ich feststellen, dass die Siedlungen um ca 1—1.5 m vorgeschritten waren (vgl. Abb. 9). Die erhaltenen Werte stimmen also besonders gut überein. Am 20. Juni 1932 mass ich einige *Scirpus*-Rhizome,

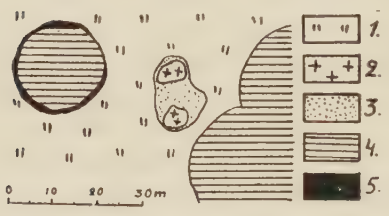

Abb. 9. Skizze über die Ausbreitung der *Scirpus*- und *Typha*-Siedlungen. 1. *Alisma;* 2. *Typha* i.J. 1931; 3. Zuwuchs von *Typha* 1931—1932; 4. *Scirpus* i.J. 1931; 5. Zuwuchs von *Scirpus* 1931—32.

wobei sich als Länge des in jenem Sommer gewachsenen Rhizomteils 0.8 m ergab (Abb. 10). Da für *Scirpus* damals erst die eine Hälfte der Vegetationsperiode abgelaufen war, kann es recht gut als wahrscheinlich angesehen werden, dass das Sommerwachstum der Rhizome noch ein Mass von ca $1\,^1/_2$ m erreichte.

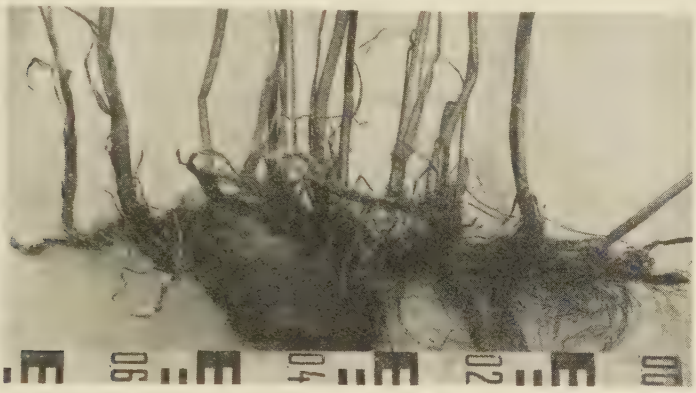

Abb. 10. Zuwuchs eines *Scirpus lacuster*-Rhizoms während eines Sommers (1932) bis Mitte Juli.

Wurzel- und Rhizomsystem von *Scirpus lacuster* liegt in einer Tiefe von 10—15 cm. Es bildet unter der Siedlung eine dichte, zähe Schicht, die kaum mit einem breiten Spaten durchdrungen werden kann. Aus diesem Grunde ist das Eis nicht imstande, Teile von der Wurzel- und Rhizomschicht loszureissen. An keiner Stelle bin ich auf Erdlöcher gestossen, die das Eis in einer *Scirpus*-Siedlung verursacht haben könnte, obgleich solche in anderen Siedlungen in gewissem Masse immer anzutreffen sind. Da sich der *Scirpus*-Wurzelstock alle 2—3 Jahre in seiner Gesamtheit erneuert, bleibt in jedem Jahre eine grosse Menge abgestorbenen Rhizom-Materials unter der Siedlung zurück. Somit ist die Torfbildung unter den *Scirpus*-Siedlungen stark. Unter den Teichbinsen ist auch der Boden durchschnittlich ca 10 cm höher als bei anderen Siedlungen. Diese Erscheinung ist bereits jetzt schon von Bedeutung für die Entwicklung des Sees gewesen. So ist beispielsweise im Südosten des Sees diejenige Stelle, an der die *Scirpus*-Zone früher gelegen war, bedeutend höher als weiter nach dem Ufer zu der Ort der früheren *Equisetum*-Zone. Hieraus geht allerdings nicht mit Notwendigkeit

hervor, dass *Equisetum* ein langsamerer Torfbildner als *Scirpus* wäre, da die *Equisetum*-Siedlung der Mahd ausgesetzt war, eine Tatsache, die natürlich imstande war, die Torfbildung zu verlangsamen.

In der Grösse der Teichbinsen zeigt sich ein deutlicher Unterschied zwischen Süd- und Nordufer des Sees. Im Norden des Sees beträgt die Durchschnittslänge ca 160—170 cm, das Maximum 245 cm, in den südlichen Teilen belaufen sich die entsprechenden Ziffern auf 150—160 und 195. Dagegen sind hinsichtlich der Entwicklungsgeschwindigkeit in den verschiedenen Teilen des Sees keine Unterschiede zu beobachten. Die Feststellung dieser Tatsache wurde dadurch erschwert, dass der Entwicklungsgrad der Blüte in benachbarten Siedlungen, ja sogar bei den verschiedenen Individuen derselben Siedlung sehr verschieden war; in grossen Zügen schien allerdings die Blüte überall gleich weit zu sein. Auch die Häufigkeit von *Scirpus* ist bei den verschiedenen Teilen des Sees dieselbe. Wegen des spärlichen Auftretens von *Typha* verleiht immerhin *Scirpus* mehr dem Süd- als dem Nordufer das Gepräge.

Salix bicolor.

Salix bicolor ist stark in der Verbreitung gegen *Carex*- und *Carex-Equisetum*-Siedlungen begriffen, besonders wenn sie nicht gemäht wird. Nach den Mitteilungen der Bewohner ist der grösste Teil des gegenwärtigen Weidengestrüpps in den allerletzten Jahren entstanden. So fand sich z.B. am Ufer der Apotheke im Herbst 1931 ein ca 3 m hohes Weidengestrüpp an einer Stelle, wo es nach der Aussage des Apothekers zwei Jahre früher noch keinerlei Weidengebüsch gegeben hatte. Auch die in der Nähe des Ufers gelegenen *Phragmites*-Siedlungen sind an vielen Stellen der Ausbreitung des Weidengestrüpps ausgesetzt, und auch in der Mitte des Sees bin ich vielfach kleinen *Salix*-Keimlingen an den tiefsten Stellen des Sees in *Alisma*-Beständen begegnet. Dort scheint jedoch deren Entwicklung langsam vorsichzugehen, so dass die Weide in der Mitte des Sees kaum eine bedeutsamere Stellung einnehmen wird. Dagegen scheint sie im Eulitoralgebiet die biologisch stärkste Art zu sein; ohne das Eingreifen des Menschen würde sie recht bald diese Standorte erobern. Beweidung und Mahd, wie auch besonders das ganz kürzlich ein-

geleitete Beschneiden von Trieben mögen immerhin der Ausbreitung von *Salix* einen Riegel vorschieben.

Nuphar luteum und *Nymphaea candida.*

Nuphar und *Nymphaea* treten, wie bei der Schilderung der Seeflora erwähnt wurde, beinahe einzig und allein im Eulitoralgebiet auf. Im Sublitoralgebiet sind sie nur einige Male und auch dann immer nur unmittelbar in den Randteilen angetroffen worden. Dieses eigentümliche Vorkommen ist durch die Senkung des Sees veranlasst. Die *Equisetum*-Zone, innerhalb welcher *Nuphar* und *Nymphaea* gegenwärtig auftreten, hat wahrscheinlich vor der Senkung den Rand des offenen Wassers gebildet. *Nuphar* und *Nymphaea* sind also als eine Art Relikte am Orte anzusehen. Dieses ist allerdings nicht so aufzufassen, dass es sich um Individuen handelte, die vor der Senkung des Sees angesiedelt gewesen wären. Sicher ist die Sachlage eine andere, da alle von mir angetroffenen Individuen jung gewesen waren, was aus der geringen Grösse der Wurzelstöcke hervorgeht. Ausserdem sind auch gegenwärtig *Nuphar* und *Nymphaea* in der Verbreitung begriffen. I.J. 1932 begegnete ich beiden an verschiedenen Stellen, wo sie im vorhergehenden Jahre noch nicht gestanden hatten. Auch fand ich mehrere Samenkeimlinge der Seerose. Das Sonderbarste ist, dass *Nuphar* und *Nymphaea* sich nicht auf das Sublitoralgebiet in der Mitte des Sees ausgebreitet haben. Zwar würden sie dort an vielen Stellen stark in den Schatten von *Alisma* geraten, doch gäbe es dort auch offenere Strecken, wo gegenwärtig *Utricularia vulgaris* herrscht. Ausserdem gelangen *Nuphar* und *Nymphaea* auch unter den Uferschachtelhalmen bis zur Mahd in den Schatten, und andererseits werden auch die *Alisma*-Siedlungen im Juli durch Absterben »lichter». Denkbar wäre, dass See- und Teichrose nach der Verflachung des Sees noch nicht Zeit gefunden hätten, sich der Mitte des Sees zu bemächtigen. Doch scheint auch diese Erklärung nicht befriedigend zu sein, da ja die genannten Arten imstande gewesen sind, sich in der Eulitoralzone auszubreiten. Auch wäre es möglich, dass *Alisma* in einem so eutrophen See und auf einem so flachen, durch die Regelation angegriffenen Grunde im Sublitoralgebiet eine biologisch stärkere Art als die Seerose wäre.

P_H-BESTIMMUNGEN.

Da die Oberfläche des Nurmijärvi gegenwärtig nur ca 190 ha ausmacht, und da er ferner überall ungefähr gleich tief ist, sind die p_H-Schwankungen in seinen verschiedenen Teilen unbedeutend. Somit können die Differenzen nicht auf das Auftreten der Pflanzenarten in den verschiedenen Teilen des Sees wirksam sein, so dass über die Azidiphilität der einzelnen Arten keine Schlüsse gezogen werden können. Da aber der See flach ist, so dass eine ausgleichende Wirkung des Wellenganges dort kaum zu spüren ist, bietet sich Gelegenheit, zu untersuchen, ob die im Nurmijärvi vorkommenden Pflanzenarten durch ihr Auftreten in dichten Siedlungen in der Lage sind, auf die Azidität des Bodens einzuwirken. Ebenso habe ich mich bemüht, festzustellen, ob in den verschiedenen Teilen und Zonen des Sees Aziditätsdifferenzen zu bemerken sind. Zu diesem Zweck habe ich mit Mercks Universalindikator und Nitrophenolen bei verschiedenartigen Siedlungen in den einzelnen Teilen des Sees über 60 p_H-Bestimmungen ausgeführt. Bei den mit Nitrophenolen ausgeführten p_H-Bestimmungen ist der Einfluss der Farbe des Wassers dadurch kompensiert, dass ausser der eigentlichen beim Versuch anzuwendenden Röhre drei Vergleichsröhren in der Weise benutzt werden, wie es in L. Michaelis' »Praktikum der physikalischen Chemie» angegeben ist. Die zu untersuchenden Proben wurden im allgemeinen aus dem zwischen den Halmen stehenden Wasser entnommen, abgesehen vom Eulitoralgebiet und einigen Fällen innerhalb des Sublitoralgebietes, wo die Probe dadurch gewonnen wurde, dass aus einer Tiefe, in welcher sich die Wurzeln der Pflanzen befanden, eine Bodenprobe entnommen und das Wasser ausgequetscht wurde. Ein wesentlicher Unterschied in den p_H-Werten des Bodens und des Wassers konnte nicht beobachtet werden.

Es zeigte sich, dass im Sublitoralgebiet p_H innerhalb verhältnismässig enger Grenzen schwankte. Der grösste innerhalb einer und derselben Siedlung festgestellte Unterschied wurde am Südufer in einer *Alisma*-Siedlung angetroffen, wo p_H zwischen 6.5—7.4 schwankte. Selbst Unterschiede von dieser geringen Grösse gibt es zwischen zwei einander nahe gelegenen Siedlungen nur unter dem Einfluss störender lokaler Faktoren. So war der im eben erwähnten Fall ausnahmsweise niedrige Wert darauf zurückzuführen, dass die Siedlung in der Nähe

des Ufers gelegen war, so dass sich der Einfluss der Eulitoralzone noch bemerkbar machte. Überhaupt war die pH-Schwankung bei den *Alisma*-Siedlungen gering. Wenn ausser dem oben erwähnten zu niedrigen Wert eine andere pH-Bestimmung, die über eine in unmittelbarer Nähe des Südufers gelegene *Alisma*-Siedlung ausgeführt worden ist (6.8), unberücksichtigt bleibt, schwankt bei den *Alisma*-Vereinen des Sees pH zwischen 7.0 und 7.4. Der durchschnittliche pH-Wert beläuft sich auf 7.2. Die an den Rändern des Sublitoralgebietes ausgeführten pH-Bestimmungen zeigen, dass innerhalb der Siedlungen des Südufers pH etwas niedriger (7.1) als am Nordufer ist (7.3).

Hinsichtlich der *Sparganium ramosum*-Siedlungen ergab sich als durchschnittlicher pH-Wert 7.1. Dieser ist allerdings nicht ganz zuverlässig, da es am Tage vor der Untersuchung heftig geregnet hatte, wodurch in einem so seichten See Veränderungen der pH-Werte hervorgerufen werden können.

Die über die *Typha*-Vereine ermittelten Werte haben zwischen 7.0 und 7.5 geschwankt. Der durchschnittliche pH-Wert beträgt im Süden des Sees 7.1, im Norden 7.3, für den ganzen See ca 7.3.

In den *Scirpus lacuster*-Siedlungen bewegt sich pH zwischen 6.7 und 7.3. Am Süd- und am Nordufer beläuft sich der durchschnittliche pH-Wert ebenso wie der Durschnittswert für den ganzen See auf 7.0.

PH der *Phragmites*-Siedlungen schwankt im Norden des Sees zwischen 7.0 und 7.2 (Durchschn. 7.1). Am Südufer ist die Differenz grösser (5.9—7.3). Dieses ist darauf zurückzuführen, dass einige der *Phragmites*-Siedlungen am Südufer im Eulitoralgebiet gelegen sind, so dass deren pH ungewöhnlich niedrig geblieben ist. Da das Eulitoralgebiet nicht zu den natürlichen Standorten von *Phragmites* gehört, sind diese Ausnahmswerte selbstverständlich zu eliminieren, wodurch sich als durchschnittliche pH-Ziffer für den ganzen See ungefähr 7.1 ergibt, also dieselbe wie am Nordufer.

Bei den *Equisetum*-Siedlungen am Nordufer oszilliert pH zwischen 7.1 und 7.5 (Durchschn. 7.2), am Südufer zwischen 6.7 und 7.3 (Durchschn. 6.9). Die Maximalwerte und mit diesen auch die Durchschnittswerte sind immerhin etwas zu hoch, da ein Teil der Proben aus gemähten Siedlungen stammte, wo pH um 0.2—0.3 höher als das der ungemähten zu sein scheint. Wenn diese Fälle eliminiert werden, ergibt sich als durchschnittliche pH-Ziffer am Nordufer 7.1 und am

Südufer ca 6.8—6.9. Für *Equisetum* ist als durchschnittlicher pH-Wert für den ganzen See 7.0 ermittelt worden.

Die zur Eulitoralzone gehörigen Seggensiedlungen führen naturgemäss auf stark voneinander abweichende Werte, jenachdem die Proben den oberen oder unteren Teilen dieser Zone entnommen werden. Besonders am Südufer macht sich diese Erscheinung bemerkbar (Schwankung 5.5—6.5). Am Nordufer sind die Differenzen bedeutend geringer. Der durchschnittliche pH-Wert der Seggenwiesen des Südufers (*Carex inflata* und *C. canescens*) beläuft sich auf ca 5.8—5.9, derjenige der Seggenwiesen am Nordufer (beinahe ausschliesslich *C. vesicaria*) auf 6.6. Hinsichtlich der Weidengebüsche des Eulitoralgebietes ist am Südufer 5.7 für pH ermittelt worden.

Auf Grund obiger Darlegung ist leicht festzustellen, dass innerhalb der am Südufer gelegenen Siedlungen fast aller Assoziationen pH niedriger als bei den am Nordufer auftretenden Beständen ist, eine Erscheinung, die besonders mit Rücksicht auf das Eulitoralgebiet deutlich hervortritt. Ebenso kann festgestellt werden, dass das Eulitoralgebiet zu beiden Seiten des Sees unverkennbar saurer ist als das Sublitoralgebiet. Dagegen ist im See selber, im Sublitoralgebiet, die Azidität praktisch gesehen dieselbe. Zu erwarten wäre, dass wenigstens im Westen des Sees, wohin in gewissem Masse Wasser durch ein *Sphagnum*-Torfmoor rinnt, pH bedeutend geringer als anderswo wäre. Dieses ist aber in Wirklichkeit nicht der Fall. Nur in der Eulitoralzone ist der Einfluss saurer Moorwässer zu spüren. Die Menge des Moorwassers ist gering, und sobald es in die Sublitoralzone gelangt ist, kommt es mit dem durch den See fliessenden Flusswasser in Berührung, durch das es neutralisiert und auf demselben Wege aus dem See hinausgeschafft wird.

Zwischen den im Sublitoralgebiet auftretenden Assoziationen sind hinsichtlich der pH-Werte keine erheblichen Unterschiede festzustellen. Etwas höhere pH-Ziffern als die anderen Arten weisen *Alisma* und *Typha* auf. Doch weichen auch diese so wenig von den anderen ab, dass der Unterschied nicht von nennenswerter Bedeutung ist. Auch diese Differenz scheint nicht auf den in Frage stehenden Arten zu beruhen, sondern in erster Linie auf dem Charakter der Siedlung. Wie oben erwähnt, ist an offenen, von Helophyten unbewohnten Stellen pH etwas höher als in der Umgebung. Innerhalb der *Alisma*- und der *Typha*-Siedlungen gibt es im allgemeinen Partien mit offe-

nem Wasser. Dagegen sind die *Equisetum*-, *Phragmites*- und besonders die *Scirpus*-Siedlungen zusammenhängend und dicht, ohne die eben geschilderten lichteren Stellen. Aus diesem Grunde hält sich der Wert für pH etwas niedriger.

Ein höherer Wert für pH an Stellen offenen Wassers kann leicht in den vom Eise gesprengten Gruben festgestellt werden, in denen sich nach ihrer Entstehung noch keine Helophytendecke hat bilden können. Vielmehr sind innerhalb dieser in reichlichem Masse *Utricularia vulgaris*, *Potamogeton pusillus* oder *Elodea* vertreten (gewöhnlich eine dieser Arten beinahe alleinherrschend). Ausserdem kommen hier meist in reichlichem Masse Algen vor, sowohl makroskopisch sichtbare als auch zum mikroskopischen Phytoplankton gehörige. Bei diesen ist pH gewöhnlich um ca 0.3 höher als in der Umgebung. Dieselbe Tatsache kann auch festgestellt werden durch einen Vergleich der pH-Werte an Standorten, von denen der eine ungemäht und der andere vor einigen Tagen gemäht worden ist.

Die höheren pH-Werte an Stellen offenen Wassers sind leicht als Folgeerscheinung der lebhaften Assimilation der Wasserpflanzen zu erklären. U.a. erwähnt Skadowsky (1928, S. 71), dass in eutrophen Seen, in denen die Karbonatpufferung fehlt oder gering ist, pH stark schwankt, und in diesen kann bei dem lebhaften Assimilationsprozess des Phytoplanktons pH sogar sehr hoch werden (bis 9.5). Die Beobachtungen Brüchatowas (1928, S. 285) führen auf dasselbe Ergebnis: »Durch die intensive Vermehrung der Volvocalen werden die obersten Wasserschichten stark alkalisch.» Es hat jedoch den Anschein, wie wenn in einigen Fällen lediglich das Ausscheiden von Kohlendioxyd bereits ausreichte, die Erhöhung des pH-Wertes zu erklären. Bei einigen Versuchen nämlich konnte ich feststellen, dass bei der Aufbewahrung in einer offenen kleinen Porzellanschale pH innerhalb 24 Stunden nahezu um eine pH-Klasse gestiegen war.[1] Dagegen betrug in einer geschlossenen Röhre die Veränderung nur 0—0.1 und in einer offenen 0.1—0.3. Derartiges ist allerdings natur-

[1] Um den Einfluss dieser Erscheinungen auf die Versuchsergebnisse zu verhindern, habe ich die aufgenommenen Proben in einer verschlossenen Röhre aufbewahrt und mich nach Möglichkeit bemüht, die Bestimmungen gleich nach der Ankunft in meiner Wohnung auszuführen. In keinem Fall ist die Wasserprobe länger als 12 Std in der Röhre stehengeblieben. Ausserdem wurden die Proben möglichst an gleichgearteten Tagen aufgenommen, so dass die Witte-

gemäss nur bei neutralen, schwach gepufferten Wasserproben möglich.

In Anbetracht der Ergebnisse der oben erwähnten Forscher, nach denen in karbonatarmen eutrophen Gewässern infolge verschiedener entgegengesetzter biologischer Vorgänge die pH-Schwankungen besonders gross sind, erscheint die weitgehende Gleichartigkeit der pH-Werte im Nurmijärvi als etwas befremdend. Vielleicht kann diese Tatsache dadurch erklärt werden, dass die Entwicklung der Mikroorganismen Mitte Juni, als die Bestimmungen ausgeführt wurden, noch nicht genügend weit vorgeschritten gewesen war. Auch wäre denkbar, dass die reichliche Helophytenvegetation mit ihrer Beschattung in gewissem Masse die Vermehrung der Mikroorganismen behinderte und auf diese Weise mittelbar ausgleichend auf die pH-Werte einwirkte.

rungsverhältnisse (Regenmenge und Verdunstung) die Proportionalität der Werte, die für die verschiedenen Teile des Sees ermittelt wurden, nicht stören konnten.

V. VEGETATION.

Im Folgenden habe ich eine Vegetationsgruppierung des Nurmijärvi in grossen Zügen lediglich nach den Standorten unternommen, indem ich die Pflanzengesellschaften in sublitoral, eulitoral und supralitoral auftretende eingeteilt habe (vgl. S. 15). Diese Gruppierung scheint als Haupteinteilung besonders gut für Seeuntersuchungen geeignet, da auf diese Weise die Pflanzengesellschaften leicht in ziemlich natürlichen Gruppen unterzubringen sind. Auch hat diese Einteilung den Vorzug, dass sie leicht neben die torfgeologische Terminologie zu stellen ist. Im supraaquatischen Litoralgebiet entsteht terrestrischer Torf, im Eulitoralgebiet telmati scher, und im Sublitoralgebiet bilden sich die limnischen Moorbodenarten.

Dieser rein pflanzentopographischen Einteilung haben sich früher z.B. einige schwedische Forscher bedient (Blomgren und Naumann 1925, Thunmark 1931).

SUBLITORALGEBIET.

Die im Sublitoralgebiet auftretenden Pflanzenvereine sind die *Phragmites communis-*, *Scirpus lacuster-*, *Typha latifolia-*, *T. angustifolia-*, *Equisetum fluviatile-*, *Sparganium ramosum-* und *Alisma plantago aquatica*-Assoziationen, wie deren Übergangsformen und Variationen. Ausserdem sind einige Seggenvereine anzutreffen (*C. acuta*, *C. vesicaria*, *C. inflata*), doch sind sie klein und heterogen, so dass sie unberücksichtigt bleiben mussten. Sie sind am besten als Assoziationsfragmente aufzufassen.

Alisma plantago aquatica-Ass.

Die *Alisma*-Assoziation umfasst nahezu die Hälfte vom Flächeninhalt des Sublitoralgebietes. Sie hat sich des Gebietes bemächtigt,

Abb. 11. Eine üppige *Alisma*-Siedlung an der Mündung des Luhtajoki. Mittlere Höhe der *Alisma*-Sprosse 110 cm.

das vor der Senkung des Sees von den Schwimmblatt- und Wasserssprosskräutern beherrscht war. Später hat sie allerdings Teile ihres Gebietes an andere Siedlungen abtreten müssen, und dieselbe Entwicklung ist noch weiterhin im Gange, wie im Kapitel über die Ökologie nachgewiesen worden ist. Ausser einem umfangreichen, in der Mitte des Sees gelegenen *Alisma*-Gebiet sind kleine *Alisma*-Partien oft an den Grenzen von Siedlungen anzutreffen, die durch grössere Pflanzenarten zustandegekommen sind. Es ist hervorzuheben, dass ich *Alisma*-Beständen im allgemeinen nicht inmitten von *Scirpus*-, *Phragmites*- und *Equisetum*-Siedlungen begegnet bin, dagegen sehr oft bei der Abgrenzung dieser Siedlungen gegeneinander oder gegen *Typha*-Siedlungen. So ist z.B. am Nordufer des Sees zwischen der *Scirpus-Phragmites*-Zone und dem *Typha*-Gebiet beinahe überall ein schmaler *Alisma*-Streifen gelegen. Es ist möglich, dass diese Sachlage durch die Regelationserscheinungen veranlasst ist, die auf die Grenzpartien zweier Siedlungen, die sich auf verschiedene Weise

den Frosterscheinungen gegenüber verhalten, am intensivsten einwirken und dadurch beider Vordringen verhindern. Auf diesen labilen Boden hat daher *Alisma* vordringen können. Wahrscheinlich wird sie sich aber bei dem Ausgleich der Verhältnisse auch von dort zurückziehen. So waren bereits i.J. 1932 mehrere zwischen *Phragmites*-, *Equisetum*- und *Typha*-Siedlungen vorkommende *Alisma*-Partien, die im vorhergehenden Jahre kartiert worden waren, verschwunden (Abb. 12).

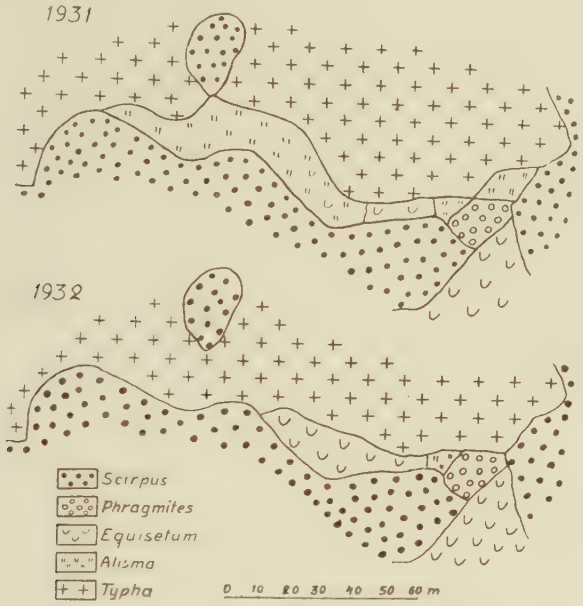

Abb. 12. Verschwinden einer *Alisma*-Siedlung („) zwischen *Typha*- und *Scirpus*-Siedlungen.

Die *Alisma*-Siedlungen des Nurmijärvi sind ziemlich homogen. Wie aus der Tabelle 2 hervorgeht, sind auf allen von *Alisma*-Vereinen aufgenommenen Probeflächen drei Arten, *Alisma*, *Lemna* und *Utricularia*, angetroffen worden. Dieselben Arten treten allerdings mit geringen Ausnahmen auf allen über die anderen Pflanzengesellschaften des Sublitoralgebietes aufgenommenen Probeflächen auf, so dass diese Arten nicht im besonderen Sinne als Konstanten der *Alisma*-Assoziation, sondern eher der ganzen Sublitoralzone des Nurmijärvi anzusehen sind. Ein bemerkenswerter Zug ist auch das

Tab. 2. Alisma plantago aquatica-Ass.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Equisetum fluviatile			6—7			6	7; *4*	6		6
Eq. fluv., Sprosszahl pro $^1/_4$ m²			(1)			(7)	(24)	(7)		(1)
Alisma plantago aquatica	8; *80*[1]	9; *80*	8; *80*	8; *60*	8; *60*	9; *25*	8; *80*	8; *80*	8; *80*	8; *40*
Al. pl. aq., Sprosszahl pro $^1/_4$ m²	(49)	(33)	(36)	(25)	(27)	(39)	(34)	(32)	(37)	(35)
Potamogeton obtusifolius	2									4
P. pusillus	6—7								6	6—9
Typha latifolia		2								
Sparganium simplex		2	3	6; *1*	4; *2*	4		5		
Sp. simpl., Sprosszahl pro $^1/_4$ m²				(1)	(2)					
Sp. glomeratum				1						
Sp. ramosum		5—6			3		2			5—7
Lemna minor	8; *20*	7; *1*	7; *2*	7; *4*	7; *2*	7; *1*	6—7	6—7	7; *8*	7; *4*
Scirpus eupaluster	7; *2*	3	5—7	3	6; *1*	4—5	0—7			6—7
Sc. eupal., Sprosszahl pro $^1/_4$ m²	(108)				(17)					
Sc. lacuster		3					2			
Sc. acicularis	3									
Carex vesicaria							2			
Agrostis und *Alopecurus*	2			2		4	7	+	3	+
Polygonum hydropiper					2	2	5	5		
Lythrum salicaria		2								
Hippuris vulgaris		3					3			
Callitriche spp.	3—4							8		
Cicuta virosa		3	3	2	1	4	3	5		5
Utricularia vulgaris	5—6	7	7; *11*		8; *95*		4	3	6—7	6; *95*
U. vulg., Sprosszahl pro $^1/_4$ m²			(3)		(8)					(10)
U. intermedia	6	2	6; *2*	6	4	3	6; *1*	4	5; *4*	6; *4*
U. int., Sprosszahl pro $^1/_4$ m²			(2)	(2)			(2)		(6)	(10)
Galium palustre						2		4		
Bidens tripartitus								+		1
B. radiatus							3			
Calliergon giganteum	*4*									
Algen	*95*	*90*	*80*	*85*	*60*		*95*	*60*		*80*

häufige Auftreten von *Scirpus eupaluster* in dieser Assoziation. Da diese Art in den anderen Assoziationen des Nurmijärvi nicht ebenso häufig und zahlreich auftritt, kann sie als etwas enger zur *Alisma-*

[1] Die Deckungsprozentzahlen sind in den Vegetationstabellen kursiv gedruckt.

Gesellschaft gehörig als die oben erwähnten angesehen werden. Diese Zusammengehörigkeit mag auf die gleichartigen Anforderungen von *Alisma* und *S. eupaluster* an die Vegetationsstandorte und auch in gewissem Masse auf deren gleichartige Fortpflanzungsweise zurückzuführen sein (vgl. Kp. IV.).

Da sich der *Alisma*-Verein in der Mitte des Nurmijärvi nach der Senkung des Sees (1923) auf dem früheren Gebiet der Schwimm- und Wasserblattkräuter-Gesellschaften gebildet hat (vgl. Kivirikko 1898), wäre anzunehmen, dass sich dort auch gegenwärtig noch Individuen früherer Pflanzen dieses Gebietes als Relikte fänden, da seit der Senkung des Sees erst kurze Zeit verstrichen ist, und da besonders *Nuphar* und *Nymphaea* als äusserst zähe an ihren Standorten festhaltend bekannt sind, ja sogar auch auf zeitweise trockenem Boden gedeihen. Dieses ist allerdings nicht der Fall, was wahrscheinlich auf der intensiven Beschattung beruht, die durch die besonders dichte *Alisma*-Schicht verursacht ist (vgl. auch Ökologie: *Nuphar* und *Nymphaea*).

Alisma plantago aquatica-Sparganium ramosum-Ass.

Die *Alisma-Sparganium ramosum*-Gesellschaften sind an dem durch den See verlaufenden Fluss häufig, zum Teil auf einem Gebiet, das auf der Karte als *Sparganium ramosum*-Siedlung bezeichnet worden ist, zum Teil an den Grenzen zwischen diesem und dem *Alisma*-Gebiet. Die Siedlungen sind im allgemeinen klein, unterbrochen und gewöhnlich stark heterogen.

Folgende Aufzeichnung mag eine solche Gesellschaft charakterisieren:

	Norrl. Skala	Sprossanzahl pro 0.25 m²	Deckung
Typha latifolia	2	—	—
Sparganium ramosum	7	25?	10 %
Alisma plantago-aquatica	8	31	20 »
Scirpus eupaluster	7	170	3 »
Carex vesicaria	6	—	—
Naumburgia thyrsiflora	5	3	1 »

Die Darstellung mehrerer Aufnahmen ist nutzlos, da bereits die verschiedenen Teile derselben Siedlung erheblich voneinander ab-

weichen (vgl. S. 39). Als gemeinsamer Zug für alle *Alisma-Sparganium ramosum*-Siedlungen kann deren Üppigkeit und Artenarmut festgestellt werden. Erstere Tatsache ist auf das Vorkommen dieser Assoziation im Flussschlamm zurückzuführen, letztere dagegen darauf, dass *Alisma* und *Sparganium* den Boden so stark beschatten, dass das Gedeihen kleinerer Gewächse nahezu unmöglich ist.

Alisma plantago aquatica-Equisetum fluviatile-Ass.

Die *Alisma-Equisetum*-Siedlungen sind überall allgemein, wo *Alisma*- und *Equisetum*-Bestände gegeneinander grenzen. Meist treten sie allerdings nur in einem schmalen Gürtel auf. An solchen Stellen jedoch, an denen sich *Equisetum* besonders stark ausbreitet, ist die Umrandung oft sogar sehr breit. An einigen Stellen ist diese Assoziation auch in der Mitte des Sees anzutreffen. Dieses ist ein Zeichen dafür, dass *Equisetum* bereits begonnen hat, sich auch dorthin auszubreiten. Die *Alisma-Equisetum*-Assoziation ist offenbar unstabil. Sie entsteht, wenn *Equisetum* sich auf Kosten von *Alisma* ausdehnt, und scheint sich ca 2—3 Jahre zu halten, um in eine reine *Equisetum*-Assoziation überzugehen. Im Folgenden seien die Aufzeichnungen über zwei *Alisma-Equisetum*-Siedlungen dargestellt, von denen I an der Mündung des Kyläjoki, II am Südufer des Sees gelegen ist. (Erste Ziffer = Abundanz nach Norrlins Skala; kursiv: Deckungsprozent im Probequadrat von 0.25 m²; in Klammern Sprossanzahl innerhalb eines Probequadrates.)

	I	II
Equisetum limosum	7; *12*; (60)	8; *70*; (39)
Alisma plantago aquatica	8; *90*; (33)	8; *90*; (39)
Elodea canadensis.....	3 — —	— — —
Potamogeton pusillus ..	— — —	2 — —
Sparganium simplex ..	— — —	3 — —
Sp. ramosum.....	— — —	6; *12*; (7)
Lemna minor	7—8; *15* (∞)	6—7; 8 (∞)
Scirpus lacuster	3 — —	— — —
Sc. eupaluster	5—7 — —	— — —
Alopecurus sp.	3 — —	4 — —
Polygonum hydropiper..	5	— —
Cicuta virosa.....	4 — —	— — —
Utricularia vulgaris	6 —	— —
Utr. intermedia.....	7 — —	6 — —
Bidens tripartitus	2 — (1)	— —
Algen	+; *80* —	— — —

Wie aus obigen Aufzeichnungen hervorgeht, schliessen sich die betr. Siedlungen am besten an die *Alisma*-Assoziation an, nur durch [illegible] Auftreten von *Equisetum* und [illegible] von letzteren unterschieden. Bei der Aufzeichnung II ist auch die Artenanzahl im Vergleich mit den *Alisma*-Vereinen zu gering. Dieses beruht auf der [illegible] hohen Dominanten, deren Beschattung das Gedeihen der kleineren Arten behindert.

Im Anschluss an obige Aufzeichnungen kann auch auf einen methodischen Gesichtspunkt hingewiesen werden. Die Sprossanzahl pro Flächeneinheit gibt den Anteil der Pflanzenart an der Assoziation und deren Üppigkeit nur unsicher an. Bei den oben dargestellten Gesellschaften weist die eine die Sprossanzahl 60, die andere 39 auf. Erstere hat allerdings nur eine Deckung von 12 %, letztere von 70 %. Auch bei der Schatzung nach NORRLINS Skala kommt das *Equisetum* der letzteren Siedlung auf eine grossere Abundanzzahl (8) der reichlicheren Verzweigung wegen. Dagegen steht die Länge der Individuen auf beiden Untersuchungsflächen in direktem Verhältnis zur Üppigkeit des Schachtelhalms. Dasselbe ist im Nurmijärvi im grossen und ganzen auch bei der oberen Vegetationsschicht anderer Pflanzenvereine der Fall. Bei den unteren Schichten ist diese Regel aus verschiedenen Gründen nicht mehr zutreffend.

Sparganium ramosum-Ass.

Die *Sparganium ramosum*-Siedlungen treten hauptsächlich zu beiden Seiten des durch den See verlaufenden Flusses auf, allerdings derart, dass sich das Gebiet an der Nordseite des Flusses weiter hinaus erstreckt als an der Südseite. Von der *Sp. ramosum*-Assoziation beherrscht sind im ganzen ca 8 ha. Charakteristisch für diese Assoziation sind die Ringsiedlungen, auf die S. 39 näher eingegangen war. Diese Form ist in der Umgebung des Flusses häufig, und auch die in den übrigen Teilen des Sees auftretenden *Sparganium*-Vereine gehoren meistens diesem Typ an.

Wie die Tabelle 3 zeigt, ist für die *Sparganium*-Siedlungen trotz [illegible] mässig bezeichnend. Die durchschnittliche Artenziffer beläuft sich bei einer 5 × 5 m² grossen Probefläche auf ca 6. Auch bei dieser Assoziation haben die unter Wasser stehenden Pflanzen am schwersten gelitten. So ist z.B. *Utricularia intermedia*,

Tab. 3. Sparganium ramosum-Ass.

	1	2	3	4	5
Alisma plantago aquatica	5	5	5	4	6
Elodea canadensis		8; *95*	8; *50*		6; *1*
Sparganium simplex				5	
Sp. ramosum	9; *100*	9; *25*	9; *100*	8; *40*	8; *60*
Sp. ram., Sprosszahl pro $^1/_4$ m^2	—	(42)	(46)	(46)	(29)
Lemna minor		8; *90*	8; *5*	7	7—8
Scirpus eupaluster				4	4
Alopecurus aequalis				2	
Polygonum hydropiper				2	
Callitriche verna					3
Lysimachia vulgaris	3				
Naumburgia thyrsiflora	2				
Utricularia vulgaris				2	4
U. intermedia				3	
Bidens cernuus			2		
Algen				*90*	

die, wie oben erwähnt, im ganzen Sublitoralgebiet des Nurmijärvi ziemlich konstant ist, nur auf einer Probefläche angetroffen worden. Dagegen sind die anderen »Konstanten des Nurmijärvi», *Alisma* und *Lemna*, auf allen Probeflächen aufgefunden worden.

Typha latifolia-Ass.

Das Hauptverbreitungsgebiet der *Typha latifolia*-Siedlungen ist am Nordufer des Sees gelegen, wo eine grosse 10 ha umfassende Siedlung und ausserdem in reichlichem Masse kleinere, einige Ar umfassende Siedlungen auftreten. Auch in der Mitte des Sees kommen sie allgemein vor, dagegen am West- und Südufer spärlicher. Im ganzen umfasst die Ausdehnung der *Typha*-Assoziation ca 15.5 ha. Die Wassertiefe beträgt in den *Typha latifolia*-Gesellschaften im allgemeinen 20—30 cm.

Bei dieser Assoziation sind ausser der vorherrschenden *Typha latifolia Alisma plantago*, *Lemna minor* und *Utricularia intermedia* konstant, also dieselben Arten wie bei den anderen Vereinen des Nurmijärvi, so dass die Konstanten nicht speziell für diese Assozia-

Abb. 13. *Typha latifolia*-Siedlung in der Nähe der Apotheke.

tion charakteristisch sind. Hingegen sind reichliches Auftreten und Häufigkeit der Wasser- und Schwimmblattkräuter für diese Assoziation bezeichnend. Von den auf der Tabelle 4 angeführten 26 Arten gehören 10 dieser Gruppe an. Dieses ist offenbar auf die verhältnismässig geringe, durch *Typha* verursachte Beschattung zurückzuführen, welche die Entstehung eines reichlichen Unterwuchses gestattet. Das Auftreten dieser Arten erhöht auch die Artenanzahl pro Flächeneinheit; in den *Typha latifolia*-Siedlungen treten durchschnittlich ca 9 -10 Arten auf einer 25 m² umfassenden Probefläche auf.

Die *Typha*-Gesellschaften greifen, wie bereits in dem über die Ökologie ausgeführten Kapitel dargelegt worden ist, stark in die *Alisma*-Vereine über, und die Folge davon ist, dass ihre verschiedenen Teile stark voneinander abweichen können. In der Hauptsache beziehen sich die Unterschiede auf die Höhe und Dichtigkeit von *Typha*, wie auch auf deren Fertilität. Doch sind hierbei auch einige Verschiedenheiten im Unterwuchs festzustellen.

Tab. 4. Typha latifolia-Ass.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Equisetum fluviatile		5—6	6						
Alisma plantago aquatica	7; *15*	7; *15*	8; *90*	5; *1*	7; *9*	6; *2*	7; *20*	6; *4*	6; *2*
Al. pl. aq., Sprosszahl pro $^1/_4$ m²	(7)	(6)	(25)	(1)	(10)	(1)	(5)	(1)	(1)
Elodea canadensis					5—7			7	4
Potamogeton natans					2				
P. perfoliatus							6		
P. pusillus					2	6—8	6		5
Typha latifolia	8; *85*	8; *95*	7; *40*	8; *80*	8; *65*	8; *55*	8; *80*	8; *60*	8; *95*
T. latif., Sprosszahl pro $^1/_4$ m²	(10)	(11)	(4)	(12)	(17)	(14)	(20)	(15)	(25)
T. angustifolia				6—7					
Sparganium glomeratum				5—6					
Sp. ramosum				5				3	
Lemna minor	8; *20*	7; *15*	7; *4*	7; *5*	7; *8*	6—7	7; *8*	9; *95*	
Scirpus eupaluster		6—7	3	6					
Sc. lacuster			5—6		4—6				
Sc. acicularis			2						
Carex inflata					4				
C. vesicaria			2						
Alopecurus aequalis?		3	3	5		+	+	4	
Polygonum hydropiper			4	7					
Callitriche verna			3						
Cicuta virosa	1	3	4	3			3		
Naumburgia thyrsiflora					3			2	
Utricularia vulgaris		4	4		5; *15*	6; *2*	6; *2*		5
U. vulg., Sprosszahl pro $^1/_4$ m²					(2)	(1)	(1)		
U. intermedia	6	7; *20*	7; *4*	5	6; *1*	6—7	7; *4*	5	6; *4*
U. int., Sprosszahl pro $^1/_4$ m²	(3)	(20)	(5)		(3)	(3)	(3)	(1)	(3)
Bidens sp.					+			4	
Calliergon giganteum					*80*	*40*			*20*
Algen	*40*	*90*	*40*		*20*		*40*		+

Typha angustifolia-Ass.

An *Typha angustifolia*-Siedlungen bin ich im Nurmijärvi nur 7 begegnet, und auch diese sind nur klein gewesen; der grösste umfasste 50 m². Sie sind alle in der Mitte des Sees in 30—40 cm tiefem Wasser gelegen. Diese Assoziation scheint also etwas tieferes Wasser als die *Typha latifolia*-Ass. vorzuziehen.

Tab. 5. Typha angustifolia-Ass.

	1	2	3
Alisma plantago aquatica	8; *60*	6; *8*	6
Al. pl. aq., Sprosszahl pro $^1/_4$ m^2	(10)	(3)	
Typha latifolia			3
T. angustifolia	8; *60*	8; *75*	8; *50*
T. ang., Sprosszahl pro $^1/_4$ m^2	(16)	(19)	(13)
Sparganium simplex			5
Sp. ramosum			5—8
Lemna minor	7; *1*	7; *1*	7—
Scirpus eupaluster		6—7; *4*	6
Polygonum hydropiper			5—6
P. minus			3
Callitriche sp.			+
Cicuta virosa			4
Utricularia vulgaris	7—8; *80*	8; *95*	
U. vulg., Sprosszahl pro $^1/_4$ m^2	(5)	(9)	
U. intermedia	6		
Algen	+		*95*

Scirpus lacuster-Ass.

Die *Scirpus lacuster*-Vereine umfassen ein ca 13 ha grosses Areal. Sie sind ziemlich gleichmässig über den ganzen See verteilt. Am West- und Nordwestufer treten sie allerdings spärlich auf. Am meisten kommen sie am Südufer vor. *Scirpus*-Siedlungen gibt es auch in reichlichem Masse in der Mitte des Sees, von *Alisma*-Vereinen umgeben. Für diese Siedlungen charakteristisch ist ihre runde Form, die den an den Rändern gelegenen Siedlungen fehlt, deren Grenzen durch den Wettbewerb anderer Pflanzengesellschaften bestimmt worden sind. Die Tiefe des Wassers beträgt in den *Scirpus*-Vereinen ca 5—10 cm an den Ufern und 10—20 cm in der Mitte des Sees.

Aus der Tabelle 6 ist zu ersehen, dass in den *Scirpus lacuster*-Siedlungen des Nurmijärvi ausser der Hauptart und *Alisma*, *Lemna* und *Utricularia intermedia*, die oben als Konstanten im ganzen Nurmijärvi wiederholt erwähnt worden sind, auch *Cicuta* auf allen Probeflächen vorgekommen ist. Eigentümlich für die *Scirpus lacuster*-

Tab. 6. Scirpus lacuster-Ass.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Equisetum fluviatile	3	4; *1*	5	6		7; *20*		7; *4*		6
Eq. fluv., Sprosszahl pro $^1/_4$ m²	(1)	(4)				(45)		?		(3)
Alisma plantago aquatica	6; *4*	4; *4*	4	6	5	6; *4*	5	4	6; *8*	6; *2*
Al. pl. aq., Sprosszahl pro $^1/_4$ m²	(1)	(1)				(3)			(1)	(1)
Elodea canadensis								4		
Potamogeton perfoliatus							4			
P. pusillus						4	3		3	
Sparganium ramosum			3						3	2
Sp. sp.									2	
Lemna minor	7; *3*	7; *10*	7; *20*	7—8	7—	7	7; *4*	9; *95*		7; *20*
Juncus filiformis		3				5				
Scirpus eupaluster			5			5				
Sc. lacuster	8; *15*	8; *40*	8; *40*	8;	8;	8; *40*	9; *40*	8; *40*	8; *80*	8; *60*
Sc. lac., Sprosszahl pro $^1/_4$ m²	(67)	(75)	(64)	(57)	(87)	(65)	(76)	(100)	(67)	(80)
Sc. silvaticus		3								
Carex inflata	5 +									
C. vesicaria	5 —	6; *2*				3—4		4	4	
Alopecurus aequalis?		4		4	5			6		
Calamagrostis neglecta	2	2								
Phragmites communis								3		
Polygonum hydropiper		3			5					
Caltha palustris								2		
Cicuta virosa	4	4	3	5	5; *4*	3	4	4	5—6	4
Lysimachia vulgaris	6									3
Naumburgia thyrsiflora	8; *95*	6; *8*	3		5		0—8	3	2	
Myosotis scorpioides					2					
M. caespitosa		2								
Utricularia vulgaris			6; *4*	6; *80*		5	6; *4*		4	4; *4*
U. vulg., Sprosszahl pro $^1/_4$ m²			(1)	(6)			(1)			(1)
U. intermedia		7; *25*	7; *6*	7; *40*	4	7	3	6	7; *8*	7; *20*
U. int., Sprosszahl pro $^1/_4$ m²		?	(6)	(36)	(1)				(8)	(18)
Galium palustre	3	2							2	
G. trifidum				4						
Bidens tripartitus	2	2								
Achillea ptarmica	2									
Algen		*95*	*80*	*80*	*20*	8	—	*95*	—	*15*

Siedlungen des Nurmijärvi ist deren Homogenität, wie auch die grosse Ähnlichkeit der verschiedenen Siedlungen besonders mit Rücksicht auf Grösse und Abundanz der Hauptart. So ist bei 4 unter 10 von mir untersuchten Probeflächen die Individuenanzahl von *Scirpus* für je ein 0.25 m² grosses Quadrat 64—67 gewesen, und auch auf den anderen Probeflächen sind die Unterschiede nicht annähernd so gross gewesen wie im allgemeinen bei anderen Assoziationen. Ein anderer für die *Scirpus lacuster*-Assoziation bezeichnender Zug ist deren Artenreichtum gegenüber den anderen Assoziationen dieses Sees. Nur die *Phragmites*-Siedlungen kommen auf dieselbe durchschnittliche Artenanzahl (11) für je eine 5 × 5 m² umfassende Probefläche. Offenbar ist dieses bei den *Scirpus*-Siedlungen wenigstens zum grossen Teil darauf zurückzuführen, dass die durch die Binse verursachte Beschattung verhältnismässig schwach ist, wodurch die Entstehung einer reicheren Bodenvegetation begünstigt wird. Durchaus bezeichnend für die *Scirpus lacuster*-Assoziation des Nurmijärvi ist das reichliche Auftreten eigentlicher »Landgewächse» neben den Wasserpflanzen. Unter den 35 Arten, die ich in dieser Assoziation aufgefunden habe, sind charakteristisch für nasse Wiesen ca 10 Arten, die nur ausnahmsweise im Wasser auftreten können. Dieses ist natürlich eine Erscheinung, die auf das seichte Wasser zurückzuführen ist.

Scirpus lacuster-Naumburgia thyrsiflora-Ass.

Diese Assoziation ist im Nurmijärvi verhältnismässig häufig. Da die hierher gehörigen Siedlungen allerdings ziemlich geringen Umfanges sind, indem sie hier und da in eigentlichen *Scirpus*-Siedlungen auftreten, sind sie von untergeordneter Bedeutung. Ebensogut wie um eine selbständige Assoziation könnte es sich hier meiner Meinung nach auch um eine *Scirpus lacuster*-Assoziation handeln, in der vermutlich mehr oder weniger zufällig in besonders reichlichem Masse *Naumburgia thyrsiflora* auftritt.

Folgende Aufnahmen stammen beide vom Nordufer des Sees. (Die Bezeichnungen sind dieselben wie auf S. 60.)

Aus obigen Aufzeichnungen ist das durchaus schwache Auftreten der Wasserpflanzen zu erkennen. Dieses beruht offenbar auf der starken Beschattung durch *Naumburgia thyrsiflora*. Die Arten der Ufer und feuchten Wiesen dagegen stehen noch mehr als bei der *Scirpus lacuster*-Assoziation im Vordergrunde.

	I			II		
Equisetum fluviatile ...	3	—	(1)	—	—	—
Alisma plantago aquatica	6;	*1*;	(4)	5;	*2*;	(2)
Typha latifolia	—	—	—	4	—	—
Sparganium ramosum ..	—	—	—	3	—	—
Lemna minor	7	—	(6)	7;	*1*;	(∞)
Scirpus lacuster	8;	*16*;	(67)	8;	*20*;	(57)
Carex inflata.....	5	—	(1)	—	—	—
C. vesicaria	5	—	—	3	—	—
Alopecurus sp.	—	—	—	3	—	—
Calamagrostis stricta ..	2	—	—	—	—	—
Cicuta virosa.....	4	—	—	3	—	—
Lysimachia vulgaris....	6	—	—	—	—	—
Naumburgia thyrsiflora	8;	*100*;	(110)	8;	*100*;	(128)
Myosotis scorpioides....	—	—	—	2	—	—
Utricularia intermedia..	—	—	—	7	—	—
Galium palustre	3	—	—	—	—	—
Bidens tripartitus	2	—	—	3	—	—
Achillea ptarmica.....	1	—	—	—	—	—

Scirpus lacuster-Equisetum fluviatile-Ass.

Die Grenzen zwischen den *Scirpus*- und den *Equisetum*-Siedlungen sind im allgemeinen, besonders am Südufer, unbestimmt, da die Siedlungen allmählich ineinander übergehen. Hierbei bildet sich eine wechselnd breite Zone eines *Scirpus-Equisetum*-Vereins zwischen den beiden Hauptsiedlungen. Mehrere am Südufer auftretende Pflanzengesellschaften, die den Eindruck einer *Scirpus*-Siedlung machen, sind in der Tat durchweg *Scirpus-Equisetum*-Siedlungen. Diese Assoziation scheint im Vergleich zu anderen Pflanzenvereinen des Nurmijärvi sogar sehr bleibend zu sein. Sie entsteht anscheinend durch Eindringen von *Equisetum* in *Scirpus*-Gesellschaften. Die folgenden Vegetationsaufzeichnungen beziehen sich auf das Südufer, wo die umfangreichsten *Scirpus-Equisetum*-Siedlungen vertreten sind.

	I	II
Equisetum fluviatile ...	8; *40*; (45)	8; *50*; (130)
Alisma plantago aquatica	5—6 — —	5; *3*; (5)
Potamogeton pusillus ..	5 — —	— — —
Lemna minor	9; *90* (∞)	7; *10* (∞)
Scirpus lacuster	8; *60*; (55)	7; *16*; (34)
Carex canescens	— — —	3—4 — —
C. inflata	— — —	5—6; *10*; (23)

C. vesicaria	4	—	—	3	—	
Alopecurus sp.	4			6	—	(8)
Calamagrostis purpurea	—	—	—	3	-	
Salix bicolor			--	4	–5	--
Comarum palustre				3	-	
Cicuta virosa	4	-		4		—
Naumburgia thyrsiflora	3	+	—	—	3	—
Utricularia intermedia	4	+			5	— (2)
Galium palustre	—	—	—		6	(21)
Algen	+	—	—	—	—	--

Phragmites communis-Ass.

Die *Phragmites*-Siedlungen umfassen nach den *Alisma*- und *Equisetum*-Gesellschaften das grösste Areal des Sublitoralgebietes im Nurmijärvi, im ganzen 16.5 ha. Sie treten vornehmlich in der Nähe des Ufers auf. Die grösste Siedlung liegt im Osten des Sees zum Teil im Eulitoralgebiet. Im allgemeinen liegen die grössten *Phragmites*-Vereine am Ost- und Nordufer des Sees. In den mittleren Teilen des Sees fehlt *Phragmites* beinahe vollkommen. Nur zwei ganz kleine Siedlungen habe ich dort angetroffen. Die Tiefe des Wassers schwankt bei den *Phragmites*-Siedlungen zwischen 0—30 cm. Meistens beträgt die Tiefe 10—15 cm.

Aus Tabelle 7 ist zu ersehen, dass die submersen Arten in dieser Assoziation in einer etwas ungünstigen Lage sind. Auf mehreren Probeflächen fehlen sie ganz und gar. So tritt auch *Utricularia intermedia* in dieser Pflanzengesellschaft nicht als Konstante wie die anderen »Konstanten des Nurmijärvi» auf. Diese Spärlichkeit der submersen Arten ist offenbar auf die durch *Phragmites* bewirkte starke Beschattung zurückzuführen. Trotzdem ist in den *Phragmites*-Siedlungen die Artenanzahl gross, wie ich bereits früher erwähnt habe. Dieses beruht darauf, dass die erwähnten Pflanzengesellschaften in der Nähe des Ufers wachsen und im Mittsommer beinahe auf dem Trockenen stehen, so dass diejenigen Ufergewächse, welche am besten eine Beschattung ertragen, sich Zutritt in die Siedlung verschaffen. Bei derartigen Pflanzengesellschaften ist im allgemeinen die Artenanzahl grösser als gewöhnlich, worauf ich bereits früher hingewiesen habe (Aario 1932, S. 15 –16).

Das Auftreten von *Phragmites* ist innerhalb der verschiedenen Siedlungen und innerhalb der einzelnen Teile einer und derselben

Tab. 7. Phragmites communis-Ass.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Equisetum fluviatile	7; *20*	4	7; *22*	6	7; *8*	6	3	5—6	7
Eq. fluv., Sprosszahl pro $^1/_4$ m²	(30)		(24)	(1)	(59)	(3)	(1)	(3)	(31)
Alisma plantago aquatica	7; *8*	6; *1*	6	5—7	6; *4*	6	6; *4*	5	6
Al. pl. aq., Sprosszahl pro $^1/_4$ m²	(4)	(1)			(1)	(2)	(1)		
Potamogeton pusillus						5—7			
Sparganium ramosum	4				2	6; *4*	6; *4*	4	
Lemna minor	7	7; *4*	6—7	6	7; *25*	7; *7*	7; *8*	10; *95*	5
Juncus filiformis					6; *1*				
Scirpus silvaticus					6; *2*				
Sc. eupaluster					5; *2*	6—7	3	5	
Sc. lacuster		5	6; *8*	5—6		5—6			
Carex gracilis			6		5		3	5	
C. inflata			2		6; *2*				5—6
C. vesicaria			5—8		5			4	
Alopecurus aequalis (?)	5	2				6	3—4	4	4
Phragmites communis	8; *95*	8; *95*	8; *80*	8; *60*	8; *95*	8; *95*	8; *95*	8; *98*	8; *95*
Phr. comm., Sprosszahl pro $^1/_4$ m²	(41)	(19)	(37)	(25)	(41)	(22)	(21)	(26)	(21)
Polygonum hydropiper			6; *4*	3	5—6				5—6
Comarum palustre			4					1	
Cicuta virosa		6	4	5—6	3	2			6—7
Naumburgia thyrsiflora	5		5—8		4				6—7
Pedicularis palustris									1
Utricularia vulgaris						5			
U. intermedia	6; *4*	*4*			6	6	6; *4*		4
U. int., Sprossanzahl pro $^1/_4$m²	(4)	(1)			(2)	(1)	(6)		
Galium trifidum			5						6
Bidens tripartitus		3	5			3			6
B. radiatus			2		3—4				4
B. cernuus									2
Algen						*60*			

Siedlung hinsichtlich der Grösse der Sprosse, wie auch ihrer Abundanz Schwankungen unterworfen. Meist beläuft sich die Sprossanzahl auf einer 0.25 m² grossen Probefläche auf ca 20, wenngleich sie in manchen Fällen sogar mehr als das Doppelte erreichen kann. Von der Grösse der Sprosse innerhalb der Siedlung ist bereits früher im Zusammenhang mit der Ökologie die Rede gewesen. Es ist hervorzuheben,

dass Grösse und Anzahl der Sprosse in den Siedlungen vollkommen unabhängig voneinander schwanken; sowohl in niedrigen, als auch in hohen Siedlungen kann gleicherweise eine beträchtliche Sprossanzahl angetroffen werden.

Phragmites communis-Naumburgia thyrsiflora-Ass.

Die zu dieser Assoziation gehörenden Siedlungen sind im Nurmijärvi etwas seltener und geringeren Umfangs als die entsprechenden *Scirpus lacuster*-Gesellschaften. Dieses beruht offenbar auf der stärkeren Beschattung durch *Phragmites*. Meist treten sie an Stellen auf, an denen das Wasser flacher ist als im allgemeinen bei den *Phragmites*-Siedlungen.

Phragmites communis-Equisetum fluviatile-Ass.

Schilf-Schachtelhalm-Gesellschaften sind überall als vermittelnde Zone beim Übergang zwischen *Phragmites*- und *Equisetum*-Siedlungen anzutreffen. Häufig kommen sie allerdings auch anderswo besonders in Randteilen von *Phragmites*-Siedlungen vor. Die meisten der am Südufer auftretenden Siedlungen, die wie Röhricht aussehen, gehören in Wirklichkeit durchweg oder zum grössten Teil der *Phragmites-Equisetum*-Assoziation an. Die Tiefe des Wassers ist bei dieser Assoziation dieselbe wie bei der reinen *Phragmites*-Assoziation.

	I	II	III
Equisetum fluviatile	8; *80*; (154)	7—8; *90*; (124)	7; *20*; (31)
Alisma plantago aquatica ..	6—8; *20*; (17)	6; *4*; (4)	6; *10*; (4)
Lemna minor	6—7; *1* (∞)	6 — (10)	— — —
Carex inflata	— — —	2 – -	– — —
Agrostis stolonifera	— — —	— — —	2 — —
Phragmites communis.....	7—8; *40*; (13)	7—8; *40*; (14)	8; *95*; (18)
Polygonum hydropiper	— — —	— — —	2 — —
Nuphar luteum	— — —	— — —	2 — —
Lythrum salicaria	— — —	2 — –	– –
Cicuta virosa	2 — —	3 — —	4 — —
Utricularia intermedia	3 — —	5 — (1)	— — —
Bidens tripartitus	— — —	— — —	2 — —

Die *Phragmites-Equisetum*-Gesellschaften erinnern in ihrer Artenzusammensetzung mehr an eine *Equisetum*- als an eine *Phragmites*-

Siedlung. Die Artenanzahl ist klein, ja sogar geringer als bei den Schachtelhalmvereinen. Eine Verminderung der Arten ist in erster Linie bei den eigentlichen Wasserpflanzen festzustellen. Dieses ist auch natürlich, da sie zuerst unter dem Lichtmangel, den die beiden stark schattenden Dominanten veranlassen, zu leiden haben. Umso eigentümlicher ist jedoch das Auftreten von *Nuphar luteum* in dieser Assoziation, trotzdem diese Art im Nurmijärvi im allgemeinen nicht im Sublitoralgebiet auftritt. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist die in Frage stehende Siedlung gemäht worden (die benachbarten reinen Schachtelhalmsiedlungen sind ständig der Mahd ausgesetzt), so dass *Nuphar* dorthin übergreifen konnte (vgl. S. 49).

Equisetum fluviatile-Ass.

Die *Equisetum*-Assoziation ist eine im Nurmijärvi in nächster Nähe des Ufers auftretende Assoziation des Sublitoralgebietes. Sie bedeckt das zwischen den *Phragmites*- und *Scirpus*-Siedlungen und der Uferlinie gelegene Areal (19.5 ha). Nach der Senkung des Sees ist es ihr jedoch gelungen, sich zum grossen Teil auch innerhalb der *Phragmites-Scirpus*-Zone der zwischen diesen Siedlungen gelegenen Gebiete zu bemächtigen, und an einigen Stellen hat sie sich an diesen Siedlungen vorbei nach der Mitte des Sees zu vorgeschoben, was auf die etwas grössere Ausbreitungsgeschwindigkeit von *Equisetum* zurückzuführen ist. In der Mitte des Sees fehlen *Equisetum*-Gesellschaften beinahe vollkommen. Die Tiefe des Wassers beträgt in den *Equisetum*-Siedlungen gewöhnlich ca 5—15 cm.

Die reinen *Equisetum*-Siedlungen sind im allgemeinen homogen und in verhältnismässig hohem Masse einander ähnlich. Die Unterschiede in der Höhe der Siedlungen sind ganz minimal, und auch die Dichtigkeit wechselt innerhalb relativ enger Grenzen. Ebenso ist die Artenzusammensetzung bei den verschiedenen Siedlungen ähnlich. Die »Konstanten» des Sublitoralgebietes des Nurmijärvi treten, um *Cicuta* vermehrt, auf allen Probeflächen auf. Wenn die ganz zufälligen Arten, die höchstens auf einer einzigen Probefläche und dann in nicht mehr als drei Exemplaren anzutreffen sind, unberücksichtigt bleiben, so ist von den übrigen 16 in den *Equisetum*-Siedlungen auftretenden Arten in jeder Siedlung durchschnittlich die Hälfte anzutreffen, wodurch am besten die Homogenität der *Equisetum*-Gesell-

Tab. 8. Equisetum fluviatile-Ass.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Equisetum fluviatile	8; *80*	8; *90*	8; *40*	8; *80*	8; *75*	8; *65*	8; *80*	8; *100*	8; *95*	9; *100*	8; *95*
Eq. fluv., Sprossanzahl pro $^1/_4$ m²	(178)	(210)	(193)	(234)	(273)	(197)	(196)	(237)	(232)	?	(181)
Alisma plantago aquatica	7; *16*	5—6	6; *24*	6; *4*	6; *4*	7; *15*	6; *12*	7; *12*	6; *15*	4	7; *40*
Al. pl. aq., Sprossanzahl pro $^1/_4$ m²	7		(12)	(2)	2	(6)	(5)	(2)	(5)		(12)
Elodea canadensis						3; *1*	7; *12*	6			
Potamogeton pusillus	5—7					7; *1*		6; *1*	6		
Typha angustifolia	2										
Sparganium ramosum	4					3	3	2			
Sp. sp	2					3; *1*					
Lemna minor	8; *90*	7; *1*	7; *8*	9; *95*	7; *15*	7	9; *90*	7; *20*	7	6—7	7; *1*
Scirpus silvaticus								3			
Sc. eupaluster	6—7		2	4—7	6	7			6; *2*		7
Sc. lacuster	3	3									
Carex vesicaria			4; *1*		5—6		2	3	4	4—5	
Agrostis stol. und *Alopec. aequalis*	6—7			5			4; *1*		4		5
Polygonum hydropiper	2		2							5; *4*	
P. minus				2							
Nymphaea candida									1		
Lythrum salicaria				2							2
Callitriche sp.											2
Cicuta virosa	5	4	4	4	4	4	3			3	5
Naumburgia thyrsiflora	5		2		4—5		5—6	4—5			7; *12*
Myosotis scorpioides						3					
Utricularia intermedia	7	6	2	2	2—3	7; *80*	3	6—7	4	4	3
Galium palustre					5—6				2		
G. trifidum			3								
Bidens tripartitus							2				
B. radiatus							2				
Moose	+	*10*							*80*		
Algen	+		*6*			+			+		

schaften nachgewiesen ist. Im allgemeinen sind die reinen *Equisetum*-Siedlungen mit Rücksicht auf die Verhältnisse im Nurmijärvi relativ artenarm. Die durchschnittliche Artenanzahl in den Siedlungen beträgt 9. Unter den Arten kommen einige Nichtwasserpflanzen vor, eine Tatsache, die oben hinsichtlich anderer Ufergesellschaften des Nurmijärvi festgestellt worden ist (*Phragmites*- und *Scirpus*-Assoziationen).

EULITORALZONE.

Wie bereits früher erwähnt, umfasst die Eulitoralzone das Areal, das sich zur Zeit niedrigen Wassers oberhalb der Wassergrenze befindet, das aber wenigstens im Frühling unter Wasser steht. Dieses Gebiet ist gegenwärtig besonders stark dem Einfluss der Kultur ausgesetzt. Es wird gemäht und beweidet, eine Tatsache, durch die selbstverständlich die ursprüngliche Vegetation verändert wird. Der Hauptteil des Eulitoralgebietes ist von *Carex vesicaria-* und *C. inflata-*Siedlungen, ebenso auch von Weidengestrüpp beherrscht. Besonders am Südufer treten auch *C. canescens*-Siedlungen auf. Zu den Pflanzengesellschaften der Eulitoralzone habe ich auch diejenigen Gesellschaften gerechnet, die *Equisetum* zusammen mit *Carex gracilis*, *C. vesicaria* und *C. inflata* bildet. Sie sind zwar beinahe den ganzen Sommer vom Wasser bedeckt, gelangen aber um die Mittsommerzeit für einige Tage aufs »Trockene», eine Tatsache, die natürlich auch der Beschaffenheit der Flora das Gepräge gegeben hat. Diese Pflanzengesellschaften zeigen allerdings ein durchaus vermittelndes Gepräge.

Carex gracilis-Equisetum fluviatile-Ass.

Die zur *Carex gracilis-Equisetum*-Assoziation gehörenden Siedlungen treten im Nurmijärvi gewiss verhältnismässig häufig auf, doch sind sie meist klein und heterogen. Oft ist zu bemerken, dass die *Equisetum*-Siedlung bei ihrem Vordringen auf das Ufer, indem sie eine Seggenuntermischung eingeht, zunächst einen ganz schmalen *Carex gracilis-Equisetum*-Rand bildet oder wenigstens an jener Stelle unter den Seggen reichlicher als gewöhnlich *Carex gracilis* auftritt. Meist aber folgt ein *Carex vesicaria-Equisetum-* oder *C. inflata-Equisetum*-Verein sogleich auf die Schachtelhalmsiedlungen. Nur im Nordwesten des Sees gibt es umfangreichere *Carex gracilis-Equisetum*-Gesellschaften. Auch die folgenden Vegetationsaufnahmen stammen dorther.

	I	II
Equisetum fluviatile ...	7; *4*; (52)	7; *25*; (109)
Alisma plantago aquatica	5; *1*; (1)	6; *4*; (5)
Potamogeton pusillus ..	— — —	2 — —
Lemna minor	4 — —	7 — (20)

Juncus filiformis	3	—	—	—	—	—
Scirpus eupaluster	5—6	—	—	7	—	(20)
Sc. acicularis	5	—	—	6—8	—	—
Carex canescens	6;	*12*;	(129)	—	—	—
C. gracilis	8;	*80*;	(105)	8;	*50*;	(87)
C. vesicaria	6;	*8*;	(11)	6;	*5*;	(8)
Agrostis stolonifera	5—6	—	—	4	—	—
Salix bicolor	5	—	—	—	—	—
Polygonum hydropiper ..	4	—	—	—	—	—
Comarum palustre	5	—	—	—	—	—
Lythrum salicaria	6	—	—	—	—	—
Cicuta virosa	3	—	—	3	—	—
Lysimachia vulgaris	—	—	—	2	—	—
Naumburgia thyrsiflora .	—	—	—	3	—	—
Pedicularis palustris ..	2	—	—	—	—	—
Utricularia intermedia ..	—	—	—	5	—	—
Galium palustre	6;	*8*;	(109)	—	—	—
Bidens radiatus	6	—	(10)	—	—	—
Marchantia polymorpha .	—	—	—	2	—	—
Drepanocladus fluitans .	+	—	—	+	—	—
Calliergon giganteum ..	+	—	—	+	—	—
Algen	—	—	—	reichlich		

Aus obigen Vegetationsaufnahmen geht deutlich die vermittelnde Stellung der *Carex gracilis-Equisetum*-Assoziation zwischen den Gesellschaften des Sublitoral- und des Eulitoralgebietes hervor. In der Liste tritt ausserdem eine typische Art des Sublitoralgebietes auf, *Potamogeton pusillus*, ebenso alle »Konstanten des Sublitoralgebietes», wenngleich sie keine Konstanten mehr darstellen. Allerdings sind die Wasserpflanzen bereits von ganz geringer Bedeutung. Beinahe alle Pflanzen sind Arten feuchter Wiesen und der Ufer, also Arten, die für das Eulitoralgebiet charakteristisch sind. Am schärfsten unterscheiden sich die oben dargestellten Siedlungen von den Assoziationen des Sublitoralgebietes allerdings auf Grund ihres Artenreichtums, der jene den Siedlungstypen des Eulitoralgebietes nahebringt.

Carex vesicaria-Equisetum fluviatile-Ass.

Die zu dieser Assoziation gehörenden Siedlungen bilden am Nordufer des Sees eine einheitliche Zone zwischen Schachtelhalmpartien und Seggenweisen. Nur bei der Apotheke ist sie durch Weidengestrüpp und am Nordwestende stellenweise durch *Carex acuta-*

Tab. 9. Carex vesicaria-Equisetum-Ass.

	1	2	3	4	5	6
Equisetum fluviatile	8; *50*	7; *20*	7; *30*	7; *20*	7; *25*	7; *40*
Eq. fluv., Sprosszahl pro $^1/_4$ m^2	(124)	(75)	(75)	(66)	(118)	(143)
Alisma plantago aquatica	5	6	4	6; 10	6; 10	5
Al. pl. aq., Sprosszahl pro $^1/_4$ m^2				6	4	1
Potamogeton pusillus	3				4	
Sparganium ramosum					3	
Lemna minor	5	6	4	7	7—8; *15*	6
Juncus filiformis		4	4			4
Scirpus eupaluster		5		6—7	5—6	6
Sc. lacuster			5; *4*			
Sc. acicularis			5			
Eriophorum polystachyum		3				
E. gracile					6	
Carex canescens		5	3			1
C. gracilis		5; *8*	6	5—6		3—4
C. Goodenowii		4				5
C. inflata						5; *2*
C. vesicaria	8; *60*	8; *50*	8; *70*	8; *90*	7; *16*	8; *20*
C. ves., Sprosszahl pro $^1/_4$ m^2	(240)	(114)	(78)	(132)	(31)	(67)
Baldingera arundinacea					3	
Agrostis stolonifera	3	4	3	3		
Phragmites communis				4		
Salix sp.		2	3			3
Polygonum hydropiper		4				4—5
P. minus						2
Caltha palustris	3—4					
Nymphaea candida				2		
Nasturtium palustre			1			
Elatine triandra			5			
Comarum palustre		4	4	1		4
Lythrum salicaria			5—6; *40*	3; *1*		
Callitriche verna	3					
Cicuta virosa	2	4	5	5	3	4
Lysimachia vulgaris		3				
Naumburgia thyrsiflora	6	4	3	4		4
Mentha arvensis						4
Pedicularis palustris						2
Utricularia vulgaris	3				2	
U. intermedia	5	4	5		6—7; *4*	5—6
Galium palustre		5	4	6	4	5—6
Bidens tripartitus						6
B. radiatus		5	5		5	
Marchantia polymorpha		6; *50*		+		
Calliergon giganteum		+				
C. cordifolium			+			
Drepanocladus fluitans		*4*	+			

Equisetum fluviatile-Siedlungen unterbrochen. An den übrigen Ufern sind die *Carex vesicaria-Equisetum*-Gesellschaften ziemlich selten und ganz klein. Das gesamte Areal der Siedlungen umfasst 12 ha.

Wie aus der Tabelle hervorgeht, hat auch die *Carex vesicaria-Equisetum*-Assoziation dasselbe vermittelnde Gepräge wie die *C. gracilis-Equisetum*-Assoziation. Jedoch schliesst jene sich noch deutlicher an das Eulitoralgebiet an. Das Auftreten der eigentlichen Wasserpflanzen ist allerdings ebenso stark, doch haben dagegen Anzahl und Abundanz der Uferarten zugenommen. Dieses ist offenbar darauf zurückzuführen, dass die *C. vesicaria-Equisetum*-Siedlungen jeden Sommer längere Zeit als die *C. gracilis-Equisetum*-Siedlungen aufs »Trockene» geraten.

Carex inflata-Equisetum fluviatile-Ass.

Das Hauptausbreitungsgebiet dieser Assoziation ist am Süd- und Ostufer des Sees gelegen, wo ihr ein 5 ha grosses Areal zur Verfügung steht. Sie bildet dort eine ähnliche Zone zwischen Schachtelhalm- und Seggensiedlungen wie die *C. vesicaria-Equisetum*-Assoziation am Nordufer. Die *Carex inflata-Equisetum*-Zone ist allerdings bedeutend weniger einheitlich als letztgenannte. Besonders das Weidengestrüpp hat ihr Gebiet streitig gemacht.

Bei der *Carex inflata-Equisetum*-Assoziation ist die Fortsetzung derselben Entwicklung zu beobachten, die bereits bei den beiden vorhergehenden Assoziationen festgestellt worden ist. Die Lage der eigentlichen Wassergewächse hat sich zugunsten der Uferpflanzen bedeutend verschlechtert. Bei der *Carex inflata-Equisetum*-Assoziation ist dieses allerdings nicht darauf zurückzuführen, dass sie während einer längeren Zeit der Vegetationsperiode als die *C. vesicaria-Equisetum*-Gesellschaften oberhalb des Wasserspiegels gestanden hätte, da dieses in Wirklichkeit nicht der Fall ist. Als Ursache ist vielmehr mit grösster Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass die eigentlichen Wasserpflanzen ihrer Eutrophie wegen nicht mehr innerhalb der *C. inflata-Equisetum*-Siedlungen gedeihen, in denen (ebenso wie bei den *C. vesicaria-Equisetum*-Vereinen) auch die hydrographischen Verhältnisse ungünstig für sie sind.

In dieser Assoziation treten zwei eigentliche Wasserpflanzen auf, *Nymphaea* und *Nuphar*, die in kaum nennenswerter Weise im Subli-

Tab. 10. Carex inflata-Equisetum fluviatile-Ass.

	1	2	3	4	5
Equisetum fluviatile	7; *3*	7; *8*	7 +; *20*	7 +; *12*	7; *10*
Eq. fluv., Sprosszahl pro $^1/_4$ m^2	(18)	(21)	(46)	(24)	(20)
Alisma plantago aquatica	5	5	5	6	4
Sparganium minimum		3		4	
Lemna minor	2		6—7		5—6
Scirpus eupaluster	5—6	4		5	
Sc. lacuster		2	6	6—7	6
Eriophorum polystachyum	4				
Carex canescens	7	6—7	4	4	5
C. Goodenowii			4		4
C. gracilis	5		5		5
C. inflata	8; *40*	8; *70*	8; *80*	8; *95*	8; *80*
C. infl., Sprosszahl pro $^1/_4$ m^2	(144)	(168)	(154)	(73)	(102)
C. vesicaria	5	3	6; *1*		6—7; *12*
Calamagrostis neglecta					2
Agrostis stolonifera	4		4	3	
Salix bicolor	4—5	4	3		4
Polygonum hydropiper	4		4		3—4
Ranunculus sp. (Keimlinge)	2				
Nymphaea candida		1			
Nuphar luteum				4	
Comarum palustre	5	4		3	
Filipendula ulmaria	1—				
Lythrum salicaria			1		
Cicuta virosa					2
Naumburgia thyrsiflora	6; *1*	5; *1*	6	7—; *1*	4
Menyanthes trifoliata	3				
Myosotis scorpioides			2		
Mentha arvensis		1			
Pedicularis palustris	+	2	1		1
Utricularia intermedia			5		5
Galium palustre	4			3	5
G. trifidum	4				
Bidens sp. (Keimlinge)	5	6			
Marchantia polymorpha	5; *1*				+
Sphagnum recurvum (coll.)	+				
Calliergon giganteum	*1*				
C. cordifolium		2	—	—	
Drepanocladus fluitans (coll.)	*1*	*4*		+	
Bryum sp.	*1*				
Algen					*1*

toralgebiet anzutreffen sind. Das Vorkommen auch dieser Arten innerhalb der Assoziation ist also keineswegs geeignet, sie näher an die Assoziationen des Sublitoralgebietes anzuschliessen.

Carex vesicaria-Ass.

Die *Carex vesicaria*-Assoziation bildet am Nordufer eine ziemlich zusammenhängende, 10.5 ha umfassende Vegetationszone in den oberen Teilen des Eulitoralgebietes. An einigen Stellen greift diese auch über die Hochwassergrenze hinaus. Die *C. vesicaria*-Siedlungen sind charakteristische (telmatische) Pflanzengesellschaften des Eulitoralgebietes. Sie sind während des grössten Teiles des Jahres oberhalb des Wasserspiegels gelegen und im allgemeinen nur zur Zeit der Frühlings- und Herbstüberschwemmungen vom Wasser bedeckt. In ihrer Artenzusammensetzung fehlen die eigentlichen Wasserpflanzen beinahe vollkommen. Nur *Lemna minor* ist angetroffen worden und auch diese nur auf einer einzigen Probefläche. Auch von den übrigen von LINKOLA zu den Wasserpflanzen gerechneten Arten treten nur 5 in meinen über die Assoziation ausgeführten Aufnahmen auf, und auch diese Arten sind nur schwach vertreten. Wie aus den Vegetationsaufnahmen (Tab. 11) hervorgeht, sind in den *Carex vesicaria*-Siedlungen des Nurmijärvi viele Begleitarten sehr stark vertreten, trotzdem es sich um eine Assoziation handelt, in der es nur eine dominierende Art gibt. Hier ist also die Sachlage eine ganz andere wie z.B. bei allen Siedlungen des Sublitoralgebietes, wo 1 oder 2 Arten dominieren, während die übrigen als geringfügige Nebenfaktoren auftreten. Dieses beruht darauf, dass die *C. vesicaria*-Siedlungen des Nurmijärvi alljährlich gemäht werden. Ein derartiger Einfluss der Kultur schwächt bekanntlich vorwiegend nur die Stellung der dominierenden Art, während die übrigen entweder auf ihrem Stand verharren oder sich hingegen vermehren (HULKKONEN 1929).

Carex inflata-Ass.

Die *Carex inflata*-Siedlungen treten am Süd- und Ostufer in einer von Weidengestrüpp unterbrochenen Zone in den oberen Teilen des Sublitoralgebietes wie die *C. vesicaria*-Siedlungen am Nordufer auf.

Tab. 11. Carex vesicaria-Ass.

	1	2	3	4
Equisetum fluviatile		5—6	5	6
Alisma plantago aquatica	5	2	2	6
Lemna minor				7
Juncus filiformis	7; *1*	5—6		
Scirpus eupaluster				5
Sc. acicularis				6
Carex canescens	4	6—7; *1*	6; *4*	6
C. elongata		3		
C. gracilis		5—6	5—6; *16*	6; *4*
C. grac., Sprosszahl pro $^1/_4$ m²			(90)	(5)
C. Goodenowii	5	2	4	
C. vesicaria	8; *99*	8; *99*	8; *70*	8; *80*
C. ves., Sprosszahl pro $^1/_4$ m²	(303)	(214)	(158)	(121)
Agrostis vulgaris u. *A. stolonifera*	3	5		5
Calamagrostis neglecta		2	3	
Salix cinerea		4; 5		
S. bicolor		4	5—6	
Polygonum hydropiper	6	5		6
Ranunculus sp. (Keimlinge)	3			
Caltha palustris	3		1	
Nasturtium palustre	5			
Potentilla anserina	4	4		
Comarum palustre		3—4	3	
Filipendula ulmaria	3	4		
Lythrum salicaria			5	
Cicuta virosa	6	3	3	4
Lysimachia vulgaris		3		
Naumburgia thyrsiflora	6	3	6; *25*	3
Galium palustre	6—7		4	
G. uliginosum	4	7		5
Gnaphalium uliginosum	6			
Bidens radiatus			5	3
B. tripartitus	5	5		
Marchantia polymorpha		6		6
Calliergon giganteum				
Drepanocladus fluitans (coll.)			*5*	
Bryum sp.			*5*	

Diese Siedlungen waren allerdings schon in beiden Sommern, als die vorliegenden Untersuchungen ausgeführt wurden, gemäht, als ich

an den Nurmijärvi kam. Nach der Mahd waren sie dem Vieh als Weide überlassen, wodurch die *Carex inflata*-Siedlungen so von Grund auf niedergetreten und abgegrast waren, dass dort keine einzige Probefläche mehr zu gewinnen war. — Der *C. inflata*-Verein hat ein 19.5 ha grosses Gebiet besiedelt.

Carex canescens-Ass.

Diese Assoziation tritt zum Teil in derselben Weise auf wie obige, zum Teil kommt sie oberhalb dieser vor. Hauptsächlich ist sie im Südosten und Südwesten des Sees anzutreffen. Die von ihr beherrschten Gebiete sind geringen Umfanges (zus. 3.5 ha). Mit Rücksicht auf die Beweidung sind die *C. canescens*-Siedlungen in derselben Lage wie die *C. inflata*-Gesellschaften.

Weidengestrüpp.

Das Weidengestrüpp bildet abgesehen vom Nordufer eine zusammenhängende Zone im Eulitoralgebiet, indem es je nach den Kulturfaktoren bald in dessen unteren, bald in dessen oberen Teilen auftritt. Das Nordufer ist zum grossen Teil frei von Weidengestrüpp. In der Nähe der Apotheke allerdings tritt ein ziemlich grosses Weidengestrüpp auf, und östlich davon setzen bald die Weidengebüsche des Ostufers ein. Im Westen fängt das Strauchwerk bei Niemenmäki an.

Wie aus der Tabelle 12 hervorgeht, ist das Weidengestrüpp praktisch gesehen überall lediglich durch *Salix bicolor* zustandegekommen. Dieses ist allerdings der einzige gemeinsame Zug aller Weidenbestände. Keine andere Art tritt in allen Siedlungen auf. Auch die Abundanz der Arten ist starken Schwankungen unterworfen. So kann z.B. *Equisetum* in demselben Weidengebüsch neben *Salix bicolor* auf einem Gebiet geringen Umfanges so reichlich auftreten, dass sich als Deckungsgrad 95 % ergibt (Tab. 12 : 5), während es an ganz nahe gelegenen Stellen wiederum vollkommen fehlen oder nur in einigen vereinzelten Exemplaren auftreten kann. Dieselbe Erscheinung ist auch bei anderen Arten der Weidengesellschaften zu beobachten. Das fleckenartige Auftreten vereinzelter Arten bewirkt ebenfalls, dass auch einige kleine Arten als Deckungsprozent 1—4 trotz der niedrigen Abundanzziffer nach der Skala Norrlins erhal-

Tab. 12. Weidengestrüpp.

	1	2	3	4	5	6	7
Equisetum fluviatile			2	7; *20*	8; *95*	7; *20*	7; *1*
Alisma plantago aquatica			6; *2*	5—6; *2*	5		
Lemna minor					5—6		
Scirpus eupaluster			2				
Sc. lacuster	1		4	7; *1*	2	5	6
Carex brunnescens	2						
C. canescens	5	1		2		5	5
C. gracilis	6; *1*	3	6; *1*	7—8; *40*			
C. Goodenowii							3
C. limosa						2	
C. inflata						5	5
C. vesicaria	7; *20*			6; *1*		3	4
Agrostis stolonifera	3			3			5
Calamagrostis purpurea		6—8; *20*					
Phragmites communis						6; *1*	
Salix cinerea				1; *2*		2; *1*	
S. bicolor	8; *60*	8; *80*	8; *90*	8; *50*	8; *90*	8; *80*	8; *80*
Polygonum hydropiper			4	5			
Stellaria palustre		4					
Ranunculus sp. (Keimlinge)							
Thalictrum flavum		6; *5*					
Potentilla anserina		3					
Comarum palusre	5; *4*	4; *1*		4	1		
Filipendula ulmaria		6; *5*	1			3	
Rubus arcticus	1					2	
Lythrum salicaria			4	2			
Cicuta virosa			2			3	
Peucedanum palustre		2					
Lysimachia vulgaris	5; *4*						
Naumburgia thyrsiflora	4; *1*	4	3	3		6; *1*	3
Pedicularis palustris (Keimlinge)						2	
Galium palustre	7; *1*	5; *1*	5; *2*	4	4	4	
Bidens tripartitus			4; *1*	2			3
B. radiatus				3			
B. spp. (Keimlinge)	7						
Drepanocladus fluitans (coll.)							—

ten können. Verschiedenartige Assoziationen können allerdings hinsichtlich der Weidengebüsche auf Grund des Unterwuchses nicht

festgestellt werden, da sie offenbar noch ganz unstabil und die verschieden gearteten Partien im allgemeinen ganz klein sind. Selbst ein ganz kleines, auf die Entfernung durchaus zusammenhängend aussehendes Weidengestrüpp kan aus einer Reihe von verschiedenen Siedlungen bestehen.

Die Heterogenität der Weidensiedlungen hängt mit deren Entstehungsart zusammen. *Salix bicolor* ist rasch in verschiedene im Eulitoralgebiet gelegene Siedlungen eingetreten, die alle noch nicht annähernd den Gleichgewichtszustand nach dem Senken des Sees erreicht hatten. Die durch die Weide verursachte Beschattung trat als neuer auf den Wettbewerb wirksamer Faktor auf, indem sie versuchte, den Unterwuchs den neuen Verhältnissen gemäss zu verändern. Diese Entwicklung ist an verschiedenen Stellen verschieden weit gediehen, nirgendwo hat sie bisher auf stabile Vegetationsformen geführt. Da also die Weidengebüsche von mehreren verschiedenartigen Siedlungen ausgegangen sind, von denen eine jede noch in gewissem Masse heterogen war, weil sie noch nicht Zeit gefunden hatten, stabil zu werden, und da die durch die Beschattung beeinflusste Entwicklung an den einzelnen Standorten etwas verschieden gewesen und verschieden weit vorgeschritten ist, erscheint es als natürlich, dass die Weidensiedlungen heterogen geworden sind.

Die Beschattung durch *Salix bicolor* hat bewirkt, dass das Uferweidengestrüpp etwas artenärmer (durchschnittlich 12.5 Arten pro Probefläche von 25 m²) als die anderen Pflanzengesellschaften des Eulitoralgebietes ist. Aus der Labilität folgt allerdings, dass das Weidengestrüpp des Nurmijärvi bedeutend artenreicher als die anderswo von mir angetroffenen ebenso dichten Weidensiedlungen ist.

Weitere in der Eulitoralzone auftretende Pflanzenvereinigungen.

In der Eulitoralzone können noch einige Pflanzenvereine angetroffen worden, die in gewissem Masse die vor der Senkung des Sees herrschend gewesenen Verhältnisse charakterisieren. Besonders am Südufer und bei der Apotheke finden sich *Scirpus lacuster-Carex vesicaria-* und *Sc. lacuster-C. vesicaria-C. gracilis*-Siedlungen. Sie sind an Stellen gelegen, die vor dem Senken des Sees zum Sublitoralgebiet gehörten. Jetzt dagegen liegen sie in den oberen Teilen des

Eulitoralgebietes. Trotzdem ist *Scirpus* noch imstande gewesen, sich in so reichlichen Masse zu erhalten, dass er fähig ist, zusammen mit Seggenarten Siedlungen zu bilden. Bei diesen sind die Wurzeln von *Scirpus* tiefer als im allgemeinen gelegen, und dieses mag seine Erhaltung erklären (vgl. S. 45). Am Südufer kommen auch *Scirpus lacuster-Carex vesicaria-Salix bicolor-* und *Sc. lacuster-C. inflata-S. bicolor*-Vereine vor, bei denen das Eintreten der Weide in *Scirpus-Carex*-Siedlungen gerade eingeleitet ist.

SUPRALITORALZONE.

In der Nähe von Lupinnokka und von dort ca 100 m nach Westen erweist sich die Supralitoralzone als steinig. An diesen Stellen besteht die Vegetation vornehmlich in Erlengebüsch (*Alnus glutinosa* und *A. incana*). Die wichtigsten Arten des Unterwuchses sind *Lysimachia vulgaris, Succisa pratensis, Galium uliginosum, G. trifidum, Rubus idaeus, Ribes nigrum, Daphne mezereum, Viola palustris* u.a.

An den Südost- und Südwestufern des Sees umfasst die Supralitoralzone verschiedene flachtorfige Weissmoore. Am Südwestufer liegt im Supralitoralgebiet auch eine kleinere *Calamagrostis neglecta-Agrostis*-Wiese. Anderswo grenzt das Ried der Eulitoralzone allenthalben unmittelbar an Ackerland.

VI. PRODUKTION DER PFLANZENGESELLSCHAFTEN.

Wie in Kapitel II erwähnt, wurden die Gewichtsbestimmungen ausgeführt, indem von 0.25 m² grossen Probequadraten die oberirdischen Sprosse gewogen wurden. Die gewonnenen Resultate haben gezeigt, dass innerhalb einer und derselben Assoziation grosse Schwankungen zu beobachten sind, ja sogar auch dann, wenn die Deckungsprozente dieselben sind. So schwankt z.B. bei der *Alisma*-Assoziation das Frischgewicht der Sprosse auf einem Probequadrat von 0.25 m² zwischen 250 und 1 160 g je nach der Höhe und Gesamtüppigkeit der Individuen. Es hat also den Anschein, wie wenn Hunderte von Probeflächen notwendig wären, um überhaupt mit einiger Genauigkeit den Gesamtertrag der genannten Assoziation im See bestimmen zu können. Doch so liegen glücklicherweise die Dinge nicht, da die Ursachen der Schwankung deutlich zu erkennen und leicht zu lokalisieren sind. So sind alle die *Alisma*-Siedlungen, deren Gewicht pro Probequadrat ca 1 000 g oder mehr erreicht, im unmittelbaren Einflussbereich des Flusses gelegen. An anderen Stellen im See bewegt sich das Gewicht im allgemeinen nur zwischen 250—500 g, und zwar so, dass es am Nordufer für je eine Probefläche ca 400—500 g und am Südufer ca 250—400 g ausmacht. Als durchschnittliche Zahl ergibt sich für den ganzen See 400 g für ein Probeviereck von 0.25 m², was einem Hektarertrag von 16 000 kg entspricht. An fremden Arten ergeben sich durchschnittlich 1 800 kg pro ha.

Bei der *Sparganium ramosum*-Assoziation ist die Schwankung innerhalb derselben Siedlung grösser. So ist als Gewicht der *Sparganium*-Sprosse auf einem in der Mitte der Siedlung gelegenen Probeviereck 580 g und am Rande derselben Siedlung 1 560 g festgestellt worden. Dieses hängt bei der genannten Assoziation mit der häufig

vorkommenden Ringstruktur zusammen, von der weiter oben die Rede gewesen ist (S. 39). Im allgemeinen beträgt die Schwankung nur 200 -300 g. Das Durchschnittsgewicht beläuft sich auf 1 110 g für je ein Probeviereck (44 400 kg pro ha). An fremden Arten durchschnittlich 6 400 kg pro ha.

Bei der *Phragmites*-Assoziation variiert das Gewicht zwischen 420 und 850 g. Die unergiebigste Siedlung enthält allerdings 140 g fremde Arten, so dass der Gesamtertrag der Probefläche auf 560 g steigt. Der durchschnittliche Ertrag von *Phragmites* beläuft sich auf 580 g pro Probefläche (23 200 kg pro ha). An fremden Arten durchschnittlich 1 200 kg pro ha.

In den *Scirpus lacuster*-Siedlungen ist die Menge der Pflanzenmasse im allgemeinen sehr konstant. Am Nordufer schwankte das Gewicht von *Scirpus* pro Probefläche zwischen 535—685 g, und als Durchschnittsgewicht ergab sich 605 g. Am Südufer bewegte sich das Gewicht zwischen 300—400 g. Als Durchschnittsertrag von *Scirpus* für den ganzen See ergibt sich 550 g (22 300 kg pro ha).

Bei der *Typha latifolia*-Assoziation ist die Schwankung innerhalb derselben Siedlung ausserordentlich gross, was offenbar darauf zurückgeht, dass sich die grösseren Siedlungen aus zahlreichen kleineren zusammengesetzt haben, deren verschiedene Teile sehr verschieden alt sind. Ausserdem treten innerhalb der Siedlungen häufig *Alisma*-Partien auf, die zu klein sind, um in die Karte eingetragen zu werden, die aber immerhin ihres reichlichen Auftretens wegen von ziemlichem Einfluss auf die Ertragswerte sind. Aus diesem Grunde ist die Zahl, die den Hektarertrag von *Typha* angibt, gewissermassen zu hoch, weil sie unreduziert auf Grund der Probequadrate berechnet worden ist, ohne die *Alisma*-Partien zu berücksichtigen, da die Grösse ihres Einflusses schwerlich exakt zu bestimmen ist. Wahrscheinlich beläuft sich der Fehler auf + 5 — 10 %. Das Gewicht von *Typha* pro Probeviereck schwankt zwischen 1 000—3 000 g. Der durchschnittliche Wert ist 1 750 g (70 000 kg pro ha). Zwischen den an den Süd- und Nordufern gelegenen Siedlungen ist kein deutlicher Unterschied zu beobachten. An fremden Arten gibt es durchschnittlich 2 800 kg pro ha.

Die über die *Equisetum fluviatile*-Siedlungen ausgeführten Gewichtsbestimmungen zeigen, dass die Schwankungen am Nordufer zwischen 550 —1 275 g, am Südufer zwischen 420—625 g liegen. Die

Veranlassung zu den grösseren Unterschieden am Nordufer hat offenbar der Fluss gegeben. In seiner Nähe liegen die dichtesten Siedlungen. Die durchschnittlichen Werte sind: am Nordufer 910 g, am Südufer 525 g, im ganzen See 830 g (33 200 kg pro ha). An fremden Arten gibt es durchschnittlich 2 000 kg pro ha.

Der Ertrag der *Carex vesicaria*-Siedlungen schwankt in gewissem Masse, jenachdem wie weit der Ort vom See entfernt ist. Im allgemeinen ist er jedoch ziemlich konstant. Das durchschnittliche Gewicht für je eine Probefläche beträgt 240 g (9 600 kg pro ha, einschliesslich der fremden Arten 10 100 kg).

Über die *Carex gracilis*-Siedlungen gibt es nur eine einige Gewichtsanalyse. Das Gewicht von *C. gracilis* auf der betr. Probefläche beläuft sich auf 210 g, das der fremden Arten auf 45 g. Die Gesamtsumme beträgt 10 200 kg pro ha, also ungefähr dasselbe wie die der *C. vesicaria*-Assoziation.

In Tabelle 13 (S. 88) sind auch die durchschnittlichen Werte einiger Gewichtsanalysen wiedergegeben, die ich über Mischbestände angestellt habe. Auf die Schwankungen, die sich bei diesen ergeben, kann ich hier nicht näher eingehen. Die gegenseitigen Gewichtsverhältnisse der Dominanten können sich eben in beinahe unbegrenztem Masse verändern. Im allgemeinen sind die über die Mischbestände gewonnenen Gesamtertragswerte zwischen denjenigen Ziffern gelegen, die sich über die von den entsprechenden Arten gebildeten reinen Siedlungen ergeben haben. In einigen Fällen kann allerdings das gemeinsame Gewicht der in den Pflanzenvereinen vorkommenden Arten höher sein als das einer jeden der entsprechenden reinen Siedlungen. Dieses ist z.B. mit den Mischbeständen einiger Kräuter (*Naumburgia thyrsiflora*, *Lysimachia vulgaris*) mit *Scirpus* und *Phragmites* der Fall. Bei diesen ist oft das Gewicht von *Scirpus* oder *Phragmites* für je ein Probequadrat dasselbe wie bei der entsprechenden reinen Siedlung, nur kommt das Gewicht des betreffenden Krautes hinzu. So ist für eine *Scirpus lacuster-Naumburgia thyrsiflora*-Siedlung als Gewicht der auf je einem Probequadrat vorkommenden Pflanzenmasse 1 220 g ermittelt worden, während sich bei reinem *Scirpus* das Maximalgewicht im Nurmijärvi auf 700 g beläuft.

Weiterhin ist in der Tabelle der Ertrag der verschiedenen Assoziationen auch unter Trockengewicht (lufttrocken) in Tausenden von

Tab. 13. Ertrag der Assoziationen im Nurmijärvi.

	Frischgewicht in Tonnen per ha				Trockengewicht in Tonnen per ha				Gesamtertrag in Tonnen	
	I. Dominante	II. Dominante	Andere Arten	Zusammen	I. Dominante	II. Dominante	Andere Arten	Zusammen	Frischgewicht	Trockengewicht
Alisma plantago aq.-Ass.	16.0	—	1.8	17.8	2.8	—	0.2	3.0	801.0	135.0
Sparganium ramosum-Ass.	44.4	—	6.4	50.8	10.0	—	0.6	10.6	406.4	84.8
Phragmites communis-Ass.	23.2	—	2.6	25.8	10.0	—	0.4	10.4	425.7	171.6
Scirpus lacuster-Ass.	22.3	—	2.2	24.5	7.6	—	0.4	8.0	318.5	104.0
Typha latifolia-Ass.	70.0	—	2.8	72.8	17.0	—	0.5	17.5	1,128.4	271.2
Equisetum fluviatile-Ass.	33.2	—	2.0	35.2	5.6	—	0.5	6.1	686.4	119.0
Phragmites-Equisetum-Ass	18.5	12.0	1.2	31.7	7.3	2.0	0.2	9.5	—	—
Scirpus-Equisetum-Ass.	7.4	19.0	2.0	28.4	2.5	3.2	0.3	6.0	—	—
Carex vesicaria-Eq.-Ass.	6.0	8.8	0.6	15.4	2.0	1.7	0.1	3.8	184.8	45.6
C. gracilis-Eq.-Ass.	7.4	5.0	1.4	13.8	2.5	1.0	0.2	3.7	—	—
C. inflata-Eq.-Ass.	7.8	2.6	1.0	11.4	2.6	0.5	0.1	3.2	57.0	16.0
C. vesicaria-Ass.	9.6	—	0.5	10.1	3.2	—	0.2	3.4	106.0	35.7
C. gracilis-Ass.	8.4	—	1.8	10.2	2.6	—	0.6	3.0	5.1	1.5

kg pro ha angegeben. Es ist zu ersehen, dass sich die Gewichtsmengen von *Alisma* und *Equisetum* auf $^1/_6$ des Frischgewichtes, von *Typha latifolia* und *Sparganium ramosum* ungefähr auf $^1/_5$, von *Carex*, *Scirpus* und *Phragmites* auf ca $^1/_3$ vermindert haben. Bei den im Eulitoralgebiet auftretenden Vereinen hat sich allerdings das Gewicht von *Equisetum* nur auf $^1/_5$ verringert. Dieses ist darauf zurückzuführen, dass im Eulitoralgebiet bei *Equisetum* der submerse Teil fehlt, der mehr Wasser enthält. Die Gewichtsmengen der anderen Arten, die innerhalb der betr. Siedlungen auftreten, haben in sehr verschiedener Weise abgenommen. Die submersen Arten haben im allgemeinen ca $^9/_{10}$ ihres Gewichtes verloren, die Luftblattkräuter dagegen weniger, im allgemeinen $^5/_6$—$^2/_3$.

Auf Grund derselben Tabelle ist ausserdem noch ein grosser Unterschied im Ertrage des Sub- und des Eulitoralgebietes festzustellen. Selbst bei der *Alisma*-Assoziation, welche im Sublitoralgebiet am unergiebigsten ist, erweist sich das Frischgewicht grösser als bei den ergiebigsten Siedlungen der Eulitoralzone. Je grösser die

Nähe des Sublitoralgebietes ist, umso ergiebiger wird auch die Eulitoralzone, und zwischen *Carex*- und *Carex-Equisetum*-Assoziationen besteht bereits ein deutlicher Ertragsunterschied.

Unter den Assoziationen des Sublitoralgebietes steht an erster Stelle die *Typha latifolia*-Ass., deren Ertrag pro ha 72 800 kg beträgt! Darauf folgen *Sparganium ramosum* (50 800 kg) und *Equisetum* (35 200 kg). Die *Phragmites*- und *Scirpus*-Assoziationen stehen ungefähr gleich (25 600 und 24 500 kg). Beim Vergleich der lufttrockenen Gewichte verändert sich die Anordnung in gewissem Masse. *Equisetum*, das dann $^5/_6$ seines Gewichtes verliert, fällt an die vorletzte Stelle (vor *Alisma*), indem es als durchschnittlichen Ertrag 6.1 Tonnen pro ha liefert. Der Ertrag der *Alisma*-Assoziation, bei welcher die Gewichtsverminderung ebenso gross ist wie bei der *Equisetum*-Assoziation, fällt zusammen mit dem unergiebigsten Verein des Eulitoralgebietes auf dieselbe Stufe. *Typha* hat auch weiterhin ihre Leitstellung bewahrt (17 500 kg pro ha); die anderen Gesellschaften des Sublitoralgebietes stehen ziemlich gleich (Ertrag 8 000—10 000 kg pro ha).

Durch Tabelle 13 ist auch der Gesamtertrag der herrschenden Pflanzengesellschaften im See dargestellt. *Typha* steht auch hier an erster Stelle, trotzdem sie mit Rücksicht auf ihr Areal erst an sechster rangiert. Ihre Gesamtproduktion beläuft sich auf 1 128 Tonnen jährlich (Trockengewicht 271.2 t). Die nächste in der Reihenfolge ist die *Alisma*-Assoziation ihrer grossen Ausdehnung wegen. Ihr Gesamtwert beträgt 801 t (135 t). Auch die *Equisetum*-Assoziation liefert in beträchtlichem Masse Material, in frischem Zustande 686.4 t; dagegen bleibt sie mit ihrem Trockengewicht (119 t) ihrer grossen Wasserhaltigkeit wegen hinter vielen anderen Pflanzen zurück. Die anderen Arten des Sublitoralgebietes führen auf Mengen, die einander ungefähr gleichen. Ihre Produktion schwankt zwischen 300 und 400 Tonnen. Im ganzen beläuft sich der Gesamtertrag der im Sublitoralgebiet auftretenden Pflanzengesellschaften auf ca 3 766 t (Trockengewicht 885.6 t). Mit Rücksicht auf das Eulitoralgebiet können entsprechende Ziffern nicht dargestellt werden, da in Ermangelung unberührter Bestände der Ertrag der *Carex inflata*-Siedlungen unbestimmt bleiben musste. Auch war eine Untersuchung der Weidenbestände in dieser Beziehung nicht möglich, da bei diesen die Bestimmung des jahrlichen Ertrages zu zeitraubend und unsicher

gewesen wäre. Wenn als gemeinsames Ergebnis dieser beiden Arten durchschnittlich 11.5 t pro ha angesetzt wird, wie es bei den anderen Assoziationen des Eulitoralgebietes durchschnittlich der Fall ist, ergibt sich als Ertrag des Eulitoralgebietes ca 880 t. Das Gebiet des Nurmijärvi bringt also jährlich insgesamt 4 536 t an oberirdischem Pflanzenmaterial.

Bei obiger Berechnung sind die unterirdischen Teile der Pflanzen nicht mit in Betracht gezogen worden. Das Gewicht der Rhizome und Wurzeln ist allerdings in den meisten Fällen bedeutend grösser als das der oberirdischen, so dass sie auch einen wichtigen Faktor bei der Bestimmung des Ertrages der Pflanzengesellschaften bilden. So verhält sich z.B. bei *Scirpus lacuster* das Gewicht der Rhizome und des Wurzelsystems zu dem der oberirdischen Teile wie 9 : 1, so dass also das Gewicht der unterirdischen Teile pro ha ca 190 t ausmacht, während das der oberirdischen sich nur auf 22.3 t belief! Bei *Phragmites* gestaltet sich das entsprechende Verhältnis wie 5 : 1, bei *Equisetum* wie 5 : 2, bei *Typha latifolia* wie 1 : 1, *Alisma* 2 : 3, *Sparganium ramosum* 1 : 2.

Das Gewicht der Pflanzenmasse, die zu einer und derselben Zeit im See enthalten ist, erweist sich also als um viele Male grösser, als die früher dargestellten, auf Grund der oberirdischen Teile angestellten Berechnungen nachweisen. Da die unterirdischen Teile der betr. Pflanzen mehrjährig sind, ist es allerdings schwer, die Grösse ihres Jahresertrages zu berechnen. Bei *Typha* scheint ungefähr die Hälfte vom Gewicht des unterirdischen Teiles jedesmal ein Produkt der zuletzt verflossenen Vegetationsperiode zu sein. Bei *Scirpus lacuster* ist die entsprechende Zahl viel kleiner, doch ist sie nicht des genaueren festgelegt. Für die anderen erwähnten Pflanzen habe ich kein sicheres Verfahren gefunden, die ältere Wurzel- und Rhizommasse von der des jüngst vergangenen Sommers zu unterscheiden.

Beim Vergleich der Ertrages der verschiedenen Assoziationen im Nurmijärvi mit den über andere Seen ermittelten Ziffern ist zu beachten, dass vorläufig nur Ertragswerte über 4 Gewässer in Finnland (Vargöviken, Jyväsjärvi, Äyräpääjärvi und Nurmijärvi), die alle eutroph sind, zur Verfügung stehen. Ausserdem sind in den Verzeichnissen nur die Gewichtsbestimmungen über zwei Arten angegeben, die allen Gewässern gemeinsam sind (*Phragmites* und *Scirpus*). An eine Klassifizierung der Seen auf Grund des Ertrages

ist somit noch gar nicht zu denken. Mit Rücksicht auf seinen Ertrag steht der Nurmijärvi ungefähr auf der Mitte zwischen Vargöviken (Mankonen 1932) und Jyväsjärvi (Vaheri 1932). Nach den mündlichen Angaben von phil. mag. L. Pohjala übersteigt der Ertrag fast aller Assoziationen im Äyräpääjärvi erheblich den Ertrag des Nurmijärvi. Nur *Typha* ist im Nurmijärvi ergiebiger als im Äyräpääjärvi.

Ricket, der in den Vereinigten Staaten gewichtsquantitative Untersuchungen angestellt hat (1922 u. 1924), hat den Ertrag der Seen zonenweise bestimmt. In einer Tiefe von 0—1 m beläuft sich der Ertrag des von ihm untersuchten Medote-Sees auf 16 000 kg Frischgewicht resp. 1 800 kg Trockengewicht pro ha. Beim Nurmijärvi bringt das Sublitoralgebiet, das durchweg dieser Tiefenzone angehört, ca 32 000 kg Frischgewicht per ha. Der Ertrag des Nurmijärvi ist also bedeutend grösser als der des Medote-Sees. Auch im Ertrag der einzelnen Arten ist der Unterschied recht gross. Die Produktion der *Scirpus*-Assoziation beträgt beispielweise im Nurmijärvi 24 500 kg und im Medote-See 10 150 kg Frischgewicht per ha. Für die *Typha*-Assoziation ergibt sich entsprechend 70 000 kg im Nurmijärvi und 9 000 kg im Medote-See. Der Green-See, den Ricket später auf dieselbe Weise untersucht hat, hat sich als noch weniger ergiebig erwiesen. Ertrag des Sees ist in der 0—1 m-Zone 5 100 kg Frisch- und 670 kg Trockengewicht per ha. Doch sind die Verhältnisse dort ganz anderer Art, was auch daraus zu ersehen ist, das im Medote-See die 1—3 m-Zone rahezu 70 % mehr als die oben erwähnte 0—1 m-Zone hervorbringt. Bei uns ist bekanntlich der Ertrag der Uferzone im allgemeinen zweifellos grösser.

VII. VERTEILUNG DER VEGETATION UND DER FLORA IM SEE.

VEGETATIONS- UND FLORENZONEN.

Nach den Untersuchungen Kivirikkos (1898) ist der Nurmijärvi bekannt als beinahe klassisches Beispiel eines Sees, in dem die Zonation besonders deutlich ist (Abb. 14). Durch die Senkung des Sees in den Jahren 1923—25 wurde allerdings diese regelmässige Zonation erheblich gestört. Die früheren Seggensiedlungen sind in Äcker übergegangen, und die Seggenvegetation ist auf das Gebiet des Sees vorgedrungen, indem sie zum grossen Teil die frühere *Equisetum*-Zone abgelöst hat, die vorher in einem beinahe ununterbrochenen Gürtel den See umzog. Auch die frühere *Scirpus*-Zone ist fast ganz verschwunden, ebenso die an ihrem Rande gewesene Zone der Schwimmblattkräuter.

Während der 9 Jahre, die seit der Senkung des Sees verflossen sind, hat sich jedoch bereits eine neue Zonation herausbilden können, wenngleich sie sich nicht mehr als ebenso wohlausgebildet erweist. Schon dass sich die verschiedenen Assoziationen in ihrem Auftreten auf das Supra-, Eu- oder Sublitoralgebiet beschränken, deutet auf das Vorhandensein einer grossangelegten Zonation hin. Ausserdem ist innerhalb der erwähnten ausgedehnten Vegetationszonen wiederum eine andere Zonation zu erkennen. Am weitesten nach oben liegt im Eulitoralgebiet eine *Carex vesicaria*- (bezw. *C. inflata*-, bisw. auch *C. canescens*-) Zone. Unterhalb dieser erstreckt sich ein *C. vesicaria*- (bezw. *C. inflata*-) *Equisetum*-Gürtel. Bisweilen zieht sich unter letzterem noch ein *C. gracilis-Equisetum*-Streifen hin, wenngleich er immer nur sehr schwach entwickelt ist. Die Grenze zwischen den *Carex*- und *Carex-Equisetum*-Zonen ist nicht überall in derselben Höhe über dem Wasserspiegel gelegen. Bisweilen können

Abb. 14. Vegetationskarte über den Nurmijärvi ungefähr vom Jahre 1896 (nach KIVIRIKKO).

sich die *Carex*- (besonders *C. inflata*-) Siedlungen bis dicht an die Grenze des Sublitoralgebietes erstrecken, bisweilen dringen wiederum die *Carex-Equisetum*-Siedlungen bis in die oberen Teile des Eulitoralgebietes vor, indem sie sogar stellenweise die *Carex*-Zone durchbrechen. Die scharfe Umrissenheit der im Eulitoralgebiet erkennbaren Gürtelung ist an manchen Stellen durch das Weidengestrüpp gestört, das, wie bereits oben erwähnt, innerhalb des ganzen Eulitoralgebietes in jeder beliebigen Höhe auftreten kann.

Im Sublitoralgebiet ist in nächster Nähe des Ufers eine *Equisetum*-Zone gelegen, die wohl unter den Zonen des Nurmijärvi die einheitlichste darstellt. Darauf folgt ein *Scirpus-Phragmites*-Gürtel, der am Nordufer ziemlich zusammenhängend ist, dagegen am Südufer an vielen Stellen ganz und gar fehlt. Danach dehnt sich am Nordufer auf dem zwischen dem Kyläjoki und Pukkilanperä gelegenen

Gebiet eine umfangreiche *Typha*-Zone aus. An anderen Stellen fehlt sie. In der Mitte des Sees liegt ein *Alisma*-Gebiet. Wie aus Obigem hervorgeht, ist die Zonation im Sublitoralgebiet gewissermassen umgekehrt. Die *Equisetum*- und *Scirpus-Phragmites*-Zonen haben gewiss die richtige Lage zueinander eingenommen; aber die *Typha*- und besonders die *Alisma*-Gebiete liegen an der »unrichtigen Stelle», wenn die Standortsansprüche der genannten Arten mit Rücksicht auf die Tiefe des Wassers in Betracht gezogen werden. Diese Sachlage ist durch den niedrigen Wasserstand im See ermöglicht, der allen den in Frage stehenden Arten geeignete Standorte zu bieten vermag.

Auch in der Flora ist eine gleichartige Zonation zu beobachten. Im Sublitoralgebiet ist in allen Assoziationen die Artenzusammensetzung im grossen und ganzen dieselbe. Hinsichtlich der Artenanzahl auf je einer Probefläche sind auch nur verhältnismässig geringe Abweichungen zu beobachten. Die durchschnittliche Artenanzahl beläuft sich auf 10. In der zum Eulitoralgebiet gehörigen *Carex-Equisetum*-Zone ist die Artenzusammensetzung bereits zum grossen Teil eine andere als im Sublitoralgebiet, weil Uferarten hinzugekommen sind. Die Anzahl der Arten steigt für je eine Probefläche auf ca 16. Im *Carex*-Gürtel fehlen beinahe vollkommen die Wasserpflanzen, die bei der vorhergehenden Zone noch ziemlich häufig waren. In der Anzahl der Arten besteht im Vergleich zu dieser kein so grosser Unterschied, wenn auch eine geringe Zunahme zu bemerken ist.

Hinsichtlich der p_H-Werte kann ebenfals eine Zonation beobachtet werden. P_H nimmt nach oben hin ab. Im Sublitoralgebiet beträgt sein Wert ca 7, in der *Carex*-Zone am Nordufer beläuft es sich auf ca 6—6.5, am Südufer auf 5.5—6. Die Grenzen der p_H-Zonen fallen allerdings nicht mit denjenigen der Vegetations- und Florengürtel zusammen, da p_H am Südufer des Sees rascher abnimmt.

VEGETATION UND FLORA AM NORD- UND SÜDUFER DES SEES.

Schon eine verhältnismässig oberflächliche Prüfung ergibt, dass sich das nördliche Ufer des Sees stark vom südlichen unterscheidet. Zur deutlicheren Hervorhebung dieser Unterschiede seien die charak-

teristischen Züge dieser beiden Ufergebiete im Folgenden von Fall zu Fall miteinander verglichen. Zur Uferzone ist ausser der Eulitoralzone ein ca 50—100 m breiter, an sie angrenzender Streifen des Sublitoralgebietes gerechnet worden. Die Mitte des Sees, die sich am nächsten an das Nordufer anschliesst, ist ausser Betracht gelassen, ebenso der Osten des Sees, »Pukkilanperä», das zwischen dem Nord- und dem Südufer vermittelt, indem es allerdings mit dem Südufer in engerem Zusammenhang steht. Zum Nordufer ist die zwischen Pukkilanperä und dem Luhtajoki gelegene Strecke gerechnet, zum Südufer ausser dem eigentlichen Südufer auch das westliche Ende des Sees bis in die Nähe des Luhtajoki.

Bei der Vegetation können folgende Unterschiede festgestellt werden. Im Eulitoralgebiet sind die *Carex vesicaria-* und *C. vesicaria-Equisetum*-Assoziationen am Nordufer herrschend, die entsprechenden *C. inflata*-Assoziationen fehlen. Am Südufer sind *C. vesicaria*-Siedlungen gar nicht vertreten, und die *C. vesicaria-Equisetum*-Siedlungen sind klein und selten. Stattdessen gibt es dort *C. inflata*- und *C. inflata-Equisetum*-Siedlungen. Im Sublitoralgebiet des Nordufers gibt es in reichlichem Masse *Typha latifolia*-Siedlungen, am Südufer dagegen spärlich. Die *Scirpus*-Siedlungen treten am Nordufer in einer Zone auf, die allerdings unterbrochen ist; am Südufer dagegen kann eine derartige Zone nicht festgestellt werden. Die *Sparganium ramosum*-Siedlungen sind am Südufer selten und klein, am Nordufer häufig und oft sogar sehr umfangreich. Die ausgedehnten Siedlungen liegen allerdings immer am Flusslauf, so dass deren Vorhandensein beim Vergleich des Süd- mit dem Nordufer nicht in Frage kommt.

Die in der Flora bestehenden Unterschiede gehen aus folgendem Vergleich hervor:

Eulitoralgebiet

	Südufer	Nordufer
Dryopteris thelypteris	selten	fehlt
Scheuchzeria palustris	sehr selten	»
Juncus lamprocarpus	fehlt	sehr selten
» *nodulosus*	sehr selten	fehlt
Scirpus trichophorum	» »	»
Carex limosa	stellenweise	sehr selten

Cardamine amara	fehlt	sehr selten
Elatine triandra	»	» »
Parnassia palustris	sehr selten	fehlt
Peplis portula	fehlt	sehr selten
Menyanthes trifoliata	zieml. häufig	» »
Sphagna	» »	» »

Sublitoralgebiet

	Südufer	Nordufer
Elodea canadensis	3 Exempl.	häufig
Potamogeton pusillus	häufig	sehr häufig
» *perfoliatus*	fehlt	zieml. häufig
Typha latifolia	häufig	sehr häufig
Butomus umbellatus	fehlt	selten
Glyceria fluitans	»	sehr selten
Polygonum amphibium	»	» »
Elatine triandra	»	stellenweise
» *hydropiper*	»	sehr selten
Potamogeton natans	sehr selten	fehlt

Auch hinsichtlich der Entwicklung der Pflanzenarten weichen die verschiedenen Ufer erheblich voneinander ab. Am deutlichsten ist dieses mit Rücksicht auf *Phragmites* zu erkennen, der am Südufer ca 9—10 Tage später als am Nordufer zu blühen anfängt. Auch das Verblühen tritt am Nordufer bedeutend früher als am Südufer ein, wenngleich es schwieriger ist, hierüber einen Unterschied in Tagen anzugeben. Ebenso scheint die Entwicklung von *Alisma*, wie auch die von *Typha*, um einige Tage verspätet zu sein. Über die anderen Arten konnte Ähnliches nicht festgestellt werden.

Am Nordufer ist die Produktion der verschiedenen Pflanzengesellschaften grösser als am Südufer. Mit Rücksicht auf die *Equisetum*-, *Scirpus*- und *Alisma*-Siedlungen ist die Unterscheidung zwischen den einzelnen Ufern sogar überraschend gross. Dagegen sind die Abweichungen, die sich in der Produktion von *Phragmites* und *Typha* zeigen, geringer als die Fehlermöglichkeit. Über *Sparganium ramosum* konnte kein Vergleich angestellt werden, da es am Südufer keine homogenen Siedlungen gebildet hat. Ebenso konnte das Eulitoral-

gebiet in dieser Beziehung keinem Vergleich unterzogen werden, da es an verschiedenen Ufern verschiedene Assoziationen umfasst.

Die pH-Werte im Sublitoralgebiet sind am Südufer um ca 0.2—0.3 kleiner als am Nordufer. Im Eulitoralgebiet ist der Unterschied bedeutend grösser, wenngleich es der grossen Schwankungen wegen schwieriger ist, hierüber eine genaue Ziffer anzugeben. Im allgemeinen macht der Unterschied mehr als eine halbe p_H-Klasse aus.

Aus Obigem geht hervor, dass sich das Nordufer des Sees in jedem Vergleichspunkt als bedeutend eutropher als das Südufer erweist. Die üppigeren Pflanzengesellschaften haben sich auf das Nordufer konzentriert. Die eutraphenteren Arten treten entweder einzig und allein dort auf, oder sie sind dort wenigstens häufiger. Dagegen kommen viele oligotraphente Arten zur Hauptsache am südlichen Ufer vor, während sie vielfach am Nordufer vollkommen fehlen. Die Entwicklung der Pflanzen geht in einigen Fällen am Südufer langsamer vor sich, die Produktion ist geringer, und p_H ist niedriger.

Mit Rücksicht auf die niedrigeren p_H-Werte des Südufers könnte die Folgerung naheliegen, dass die obigen Unterschiede gerade auf diesen Umstand zurückzuführen wären. Allerdings ist die Differenz der p_H-Werte besonders im Sublitoralgebiet so klein, dass sie unmöglich auf so grosse Unterschiede im Auftreten der Pflanzen führen kann. Vielmehr ist der niedrigere p_H-Wert dadurch zu erklären, dass durch denselben Faktor, der die langsamere Entwicklung der Pflanzen bewirkt, auch deren Zersetzung verlangsamt wird, wodurch die Menge der Humusbestandteile und gleichzeitig auch die Azidität in gewissem Masse zunimmt.

Auch die anderen Bodenfaktoren können nicht die Urheber der Abweichungen sein, da der Boden überall durch denselben Postglazialton gebildet wird, der in einer verschieden starken Schicht den Bänderton bedeckt. Ebenso mag auch der Einfluss des aus der Umgebung herbeifliessenden Wassers überall, abgesehen vom Südwestufer, derselbe sein. Die durch das dort gelegene Moor fliessenden Wasser kommen verhältnismässig sauer in den See (p_H 4.5 ist in dem durch das Moor verlaufenden Graben gemessen worden), und durch diesen Umstand mag gerade bewirkt werden, dass auch der Westen des Sees in seiner Gesamtheit anspruchsloseren Charakters ist als das Nordufer, so dass sich der Westen in dieser Beziehung näher an das Südufer anschliesst. Sowohl am Nord-, als auch am

Südufer gibt es in reichlichem Masse Quellen, und deren Wasser scheint überall ziemlich gleichartig zu sein. Jedenfalls ist p_H des Wassers bei diesen ungefähr dasselbe, und auch die Flora ist an den Quellen gleicher Art.

Somit bleiben nur noch klimatische Faktoren übrig, und von diesen scheiden die Regenverhältnisse ohne weiteres aus. Leider habe ich nicht Gelegenheit gefunden, an beiden Ufern des Sees über das Mikroklima Beobachtungen anzustellen, doch glaube ich, in diesem Fall trotzdem auch durch Schlussfolgerungen auf richtige Ergebnisse zu kommen. Das Südufer des Sees steht ebenso zur Sonne wie das Nordufer der Inseln, und wiederum das Nordufer des Sees in demselben Verhältnis wie das Südufer der Inseln. Die beiden ersteren befinden sich mit Rücksicht auf die Sonne in der Exposition, die beiden letzteren in der Opposition, also in einer vorteilhafteren Lage. Die Folge hiervon ist dieselbe. Bekanntlich ist ja die Vegetation im allgemeinen am Südufer der Inseln üppiger und erstreckt sich weiter in den See hinein als am Nordufer. Die Tatsache, dass beim Nurmijärvi die Unterschiede zwischen Süd- und Nordufer ungewöhnlich gross sind, ist offenbar auf die am Südufer gelegenen hohen Hügel zurückzuführen, die bis in den späten Morgen hinein die Ufervegetation beschatten, und am Abend verschwindet die Sonne früh hinter dem Wald. Diese Umstände wirken naturgemäss auch auf die Länge der Vegetationsperiode am Ufer ein.

VIII. POSTGLAZIALE GESCHICHTE DES SEES.

GEOLOGISCHER BAU DES NURMIJÄRVI.

Die Hauptzüge des geologischen Baues des Nurmijärvi gehen aus den Profilen auf Abb. 15 hervor. Zuunterst am Grunde des Sees ist ungleichmässig starker, im allgemeinen einige Meter mächtiger Bänderton gelegen, dieser ist von Postglazialton überlagert, der allmählich in Tongyttja übergeht. Zuoberst liegt eine starke Gyttjaschicht, die zur Hauptsache durch Algen zustandegekommen ist (Alggyttja: LUNDQUIST 1930). Dy habe ich nicht angetroffen.

Die Stärke der oben erwähnten Schichten scheint nach dem Südwestende des Sees hin zuzunehmen. Am Nordostufer tritt der Bänderton zutage. Im See liegt in der Nähe des Ufers nur eine dünne Schicht Gyttja. Die Postglazialtone fehlen ganz und gar. Nach Südwesten zu wird der Bänderton immer tiefer, und darüber legt sich eine immer stärker werdende Schicht Postglazialton. Auch die Gyttjaschichten werden mächtiger. Am Südwestufer ist mit einem 7 m langen Moorbohrer kein Bänderton mehr erreicht worden, und nach dem Pollendiagramm zu schliessen, würde auch ein 10 m-Bohrer nicht genügen, um auf den Bänderton zu stossen. Am Ufer des Luhtajoki ist er allerdings noch in einer Tiefe von 7.5 m festgestellt worden.

Der mit dem Bohrer zu erreichende Teil des Bändertons besteht meistens in einem besonders feinkörnigen Material, bei dem sowohl Sommer-, als auch Winterbänder aus Ton entstanden sind. Nur am Nordostufer bin ich auf groben Bänderton gestossen, wo auch die Winterbänder aus Lehm gebildet und in den Sommerbändern bisweilen Steine anzutreffen sind. Auch die Postglazialtone bestehen im allgemeinen in feinem Material, in dem nur spärlich zu den Korngrössen des Lehms und des Sandes gehörige Partikel vertreten

Abb. 15. Profil des Ufers bei der Apotheke (oben) und des Hochmoores am Südwestufer (unten). D 2 u. D 3 Stellen, über welche die Pollendiagramme ausgeführt worden sind; 53 Wasserspiegel des Nurmijärvi; 54,5 und 54.6 Höhenziffer.

sind. Eine Ausnahme bildet allerdings das Flussgebiet, wo in reichlichem Masse Sand vorkommt, indem er bisweilen sogar dünne Schichten zwischen den Tonablagerungen darstellt. Der Sand ist naturgemäss vorwiegend durch den Fluss verfrachtet worden, wenngleich wahrscheinlich auch ein Teil durch die Brandung vom sandigen Niemenmäki abradiert worden ist. Die Gyttja enthält meist in verhältnismässig geringem Masse Mineralbestandteile. Sie erweist sich vornehmlich als eine amorphe organische Masse, welche Diatomeen in wechselnden Mengen enthält.

Limnische Torfarten kommen im Gebiet des Sees selber gegenwärtig besonders spärlich vor, da sie nach dem Senken des Sees noch nicht Zeit gefunden haben, sich in erheblichem Masse abzulagern, und die früheren limnischen Torfarten treten jetzt im Seggenwiesengebiet auf. Im Südwesten des Sees ist allerdings an einigen Stellen die Gyttja stark mit *Equisetum*- oder *Phragmites*-Torf untermischt. Unter den ältesten *Scirpus lacuster*-Siedlungen findet sich im allgemeinen auch in reichlichem Masse *Scirpus*-Torfmaterial.

Dagegen treten an den Ufern des Sees an vielen Stellen bedeutende Torfschichten auf. Die torfhaltigen Gelände, die auf dem Gebiet zwischen Kylä- und Luhtajoki liegen, sind zum grössten Teil angebaut, wie bereits im ersten Kapitel erwähnt worden ist. In diesem Gebiet liegt oberhalb der Gyttja zunächst eine im allgemeinen einen halben Meter starke Schicht limnischer Torfarten, vorwiegend *Equisetum*- und *Phragmites*-Torf, und darüber eine etwas dünnere Schicht Seggentorf. *Sphagnum*-Torf ist nicht vorhanden. Beim Niemenmäki allerdings, an den Stellen, die noch nicht angebaut sind, scheint eine *Sphagnum*-Decke auf den Seggentorfmooren in der Bildung begriffen zu sein.

Am Südwestufer des Sees liegt ein *Sphagnum*-Torfmoor mit stärkeren Torfbildungen, bei dem die Mächtigkeit des *Sphagnum*-Torfes bereits 2 m erreicht. Dieses ist umrandet von einem Bruchwaldgebiet, das in den letzten Jahren zum grössten Teil für den Anbau verwandt worden ist. An einigen Stellen tritt Bruchwaldtorf auf einer starken *Sphagnum*-Torfschicht auf, eine Tatsache, die zu erkennen gibt, dass das *Sphagnum*-Torfmoor wieder in Bruchwald übergegangen ist. Diese eigentümliche Erscheinung ist offenbar durch eine Transgression des Sees veranlasst, von der weiter unten genauer die Rede sein wird. Unter dem Bruchwald- und dem

Sphagnum-Torf liegen limnische Torfarten, insbesondere *Phragmites*- und *Equisetum*-Torf, die abwärts allmählich in *Equisetum*-Gyttja und schliesslich in reine Gyttja übergehen.

Am Südwest- und stellenweise auch am Südufer des Sees liegt Torfgelände. Auf diesen Strecken der Moorumrandung habe ich keine Bohrungen angestellt, so dass ich die Struktur der tieferen Schichten dort nicht kenne. In jener Gegend bestehen die Oberflächenteile in *Carex*-Torf. Weiter aufwärts, in der Nähe des Waldrandes, dehnt sich in den Mooren eine zusammenhängende *Sphagnum*-Decke aus. An einigen Stellen hat sich bereits eine dünne *Sphagnum*-Torfschicht bilden können.

Am Südwestufer des Sees erstrecken sich *Sphagnum*- und Bruchwaldtorf ca 0.5 m tiefer als der gegenwärtige gesenkte Wasserspiegel. Da die genannten Torfarten terrestrisch sind, und da sie also nicht im Wasser haben entstehen können, ist hieraus zu ersehen, dass sich der Wasserspiegel des Sees nach seiner Abschnürung gehoben hat. Das Bestehen einer Transgression wird ebenfalls durch die an vielen Stellen an den vermoorten Ufern zu beobachtende Lagerfolge deutlich bezeugt, wo die terrestrischen Torfschichten von einer 5—15 cm starken Gyttjaschicht überlagert sind. Da diese Gyttjaschicht stellenweise ca 1.6 m höher als der gegenwärtige Wasserspiegel gelegen ist, wird dadurch bewiesen, dass zur Zeit der Transgression das Wasser noch viel höher stand als vor der 1923 veranlassten künstlichen Senkung des Sees. Der Anstieg des Wasserspiegels nach der Abschnürung des Sees hat also wenigstens 2 m ausgemacht.

Es ist offensichtlich, dass die mächtigen Transgressionsufer, die überall am Nurmijärvi zu sehen sind, sich gerade zur Zeit dieser Transgression gebildet haben. Die höchsten Transgressionsgyttjaschichten erreichen nämlich dieselbe Höhe wie die erwähnten Uferterrassen (vgl. die Profile in Abb. 15). Gründe und Folgen dieser Transgression, wie auch die Zeit, um welche sie eingetreten ist, werden im folgenden Abschnitt näher behandelt.

ENTWICKLUNG DES SEES.

Die Gegend des Nurmijärvi hat sich zur Zeit der Baltischen Eissee-Periode, ca 2 500 Jahre vor der Zweiteilung des Inlandeises, die

als Endstadium der Eiszeit angesehen wird, von der Eisdecke befreit. In Jokela, das ca 15 km vom Nurmijärvi in östlicher Richtung entfernt liegt, und wo Sauramo (1923) eingehende Untersuchungen angestellt hat, ist der Bänderton vornehmlich während der Eisseephase entstanden. Offenbar ist am Nurmijärvi die Sachlage dieselbe. Die zuoberst gelegenen Schichten des Bändertons mögen immerhin der Yoldiazeit angehören. Die Sedimente, die ausserhalb des Einflussbereiches des Eisrandes entstanden sind, haben sich während der Yoldiazeit abzulagern begonnen und sich bis um die Mitte des Anzylus weiter aufgeschichtet, als sich der Nurmijärvi zu einem selbständigen See abschnürte. Damals setzte im See die Ablagerung zunächst von Tongyttja, dann von Gyttja ein, was auch für die Entwicklung der Uferlinie des Sees von erheblicher Bedeutung gewesen ist.

Wahrscheinlich ist die Verriegelung bei der am nördlichsten Knie des Luhtajoki gelegenen Schwelle vorsichgegangen. Ausser dieser ist auch die bei Numlahti gelegene felsige Schwelle von erheblicher Bedeutung für die Hydrographie des Nurmijärvi gewesen. Möglich ist, dass die erste Verriegelung dort eingetreten wäre. Wenigstens hat diese Schwelle schon lange vor der eigentlichen Abschnürung den Einfluss des Wellenganges in jener Bucht verhindert, aus der später der Nurmijärvi entstand, so dass eine starke Sedimentierung ermöglicht wurde. Auch nach der Verriegelung ist die erwähnte Schwelle von grosser Bedeutung für den Nurmijärvi gewesen und ist es auch weiterhin noch. Die Neigung des Bodens von der Schwelle des Nurmijärvi bis an die Schnelle von Numlahti ist ausserordentlich gering. Aus diesem Grunde ist die Strömung des Wassers auf dieser Strecke immer langsam gewesen, so dass eine nennenswerte Senkung des Seespiegels durch Abtragung der Schwelle wohl nicht eingetreten ist.

Der Zeitpunkt der Abschnürung ist aus den Sedimenten schwerlich festzustellen. Die zuunterst gelegenen Tongyttjaschichten sind offenbar schon vor der Abschnürung entstanden, sobald die Kraft der Brandung in genügendem Masse verringert war, und die Ablagerung der Tongyttja hat sich auch später noch fortgesetzt, bis sich das Wasser so weit verflacht hatte, dass die für die Entstehung reiner Gyttja notwendige reichliche Flora und Fauna im See gedeihen konnten. Mit Hilfe der Pollendiagramme jedoch kann der Zeit-

punkt annähernd festgelegt werden. Durch Vergleich der über den Nurmijärvi aufgestellten Pollendiagramme mit denjenigen, die ich für West-Uusimaa über ebenso hoch über dem Meere gelegene Moore ausgeführt habe (vorläufig noch unveröffentlicht), kann festgestellt werden, dass sich die Abschnürung des Nurmijärvi eine Zeitlang vor dem ersten kraftvollen Allgemeinwerden der Fichte vollzogen hat.

Durch die Pollendiagramme, die über das südwestlich vom Nurmijärvi gelegene Hochmoor und über ein vor kurzem angebautes *Carex*-moor im Nordwesten ausgeführt worden sind, wird nachgewiesen, dass die zur Zeit der Abschnürung entstandenen Sedimente 3—4 m unterhalb des Wasserspiegels des Sees gelegen sind, so dass die erwähnten Untersuchungsstellen offenbar damals dem Nurmijärvi angehört haben. Der ehemalige Nurmijärvi ist also wenigstens im Süd- und Nordwesten viel weiter ausgedehnt gewesen als gegenwärtig. Dagegen liegen im Nordosten und Osten die vor der Ankunft der Fichte abgelagerten Glazialtone gleich an der Oberfläche, so dass die dortigen Ufer zu damaliger Zeit nicht vom Wasser bedeckt gewesen sind. Ausserdem kann als sicher angesehen werden, dass der See zu jener Zeit im Osten etwas kleiner als gegenwärtig gewesen ist, da sein Spiegel damals wenigstens 0.5—1 m tiefer als heute gestanden hat. Die Grösse des Unterschiedes hat allerdings nur einige zehn Meter ausgemacht, da sich die Schichten des Glazialtons nach der Mitte des Sees zu rasch senken und von den später im See entstandenen Postglazialtonen überlagert sind. Die 3 Pollendiagramme, die ich über die Umgebung des Nurmijärvi aufgestellt habe, und die von mir dort ausgeführten Bohrungen sind für eine genaue Konstruktion der Uferlinie des ehemaligen Nurmijärvi noch nicht ausreichend. Die durch Abb. 16 dargestellte Kartenskizze mag jedoch in ihren Hauptzügen richtig sein, indem sie den See in der Gestalt wiedergibt, wie er aller Wahrscheinlichkeit nach kurz nach der Abschnürung gewesen ist.

Unter dem Einfluss der Sedimentation hat sich allerdings die Form des Sees im Laufe der Zeit verändert. Am stärksten haben sich die Sedimente im Westen des Sees angesammelt. Zunächst hat sich die südwestliche Bucht in dem Masse verflacht, dass sich dort eine Vegetation ausbreiten konnte. Etwas später hat sich die nach

Nordwesten gerichtete Ausbuchtung angefüllt, von deren Ende das Abflussbett ausgeht.

Auf den ersten Blick erscheint es als befremdend, dass die stärkste Sedimentation im Nurmijärvi an der Seite des Sees stattgefunden hat, die vom Wasser durchflossen ist, während dagegen am Ostufer die Sedimentation besonders schwach gewesen ist. Diese Erscheinung ist dadurch zu erklären, dass der Nurmijärvi von Anfang an seicht

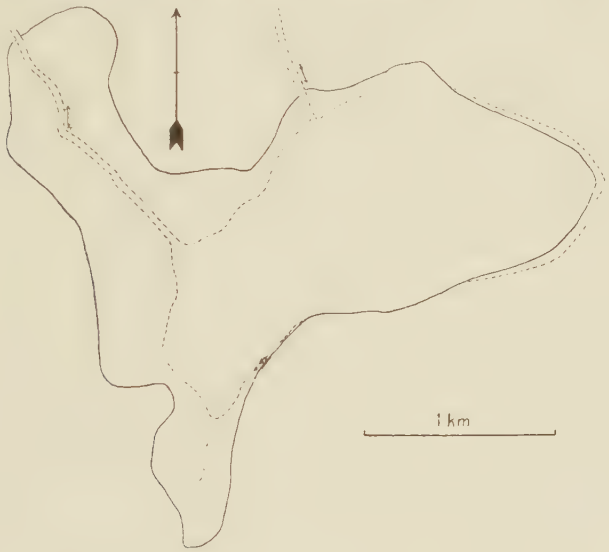

Abb. 16. Der Nurmijärvi zur Zeit seiner Abschnürung vom Anzylus-See. Der heutige Nurmijärvi mit gestrichelter Linie gezeichnet.

gewesen ist, so dass die Sedimentation dort andere Gesetze wie in tieferen Seen befolgt. Lundqvist, der die Sedimentationstypen der Seen eingehend untersucht hat, erwähnt (1924, S. 74) über einen derartigen Fall Folgendes: in Seen, die flacher als 2—4 m sind, geht die hauptsächlichste Sedimentation an denjenigen Stellen vor sich, an denen Strömung zu beobachten ist; die Sedimente können sich in diesem Fall sogar telmatisch aufschichten. (Vgl. auch Auer 1921 u. Aario 1932, s. 79—81).

Nachdem sich die Ausbuchtungen so sehr verflacht hatten, dass sich in ihnen eine zusammenhängende Pflanzendecke bilden konnte, sind dort die verschiedenen Moorvegetationstypen in der charak-

teristischen Sukzession aufeinander gefolgt. Zunächst sind die limnischen, dann die telmatischen und schliesslich die terrestrischen Pflanzengesellschaften aufgetreten. Den terrestrischen Pflanzenvereinen ist es allerdings nur gelungen, sich über das am Südwestende des Sees gelegene Moor auszubreiten, da der Wasserspiegel zu steigen begann und alle an den Ufern des Nurmijärvi vertretenen, telmatische Typen umfassenden Moorgebiete bedeckt hat. Zuletzt ist der See auch auf die terrestrischen Moore transgrediert. Nur die allerhöchsten Stellen des am Südwestufer auftretenden Hochmoores haben sich der Wasserdecke entzogen, wenngleich auch auf deren Vegetation das Steigen des Wassers von Einfluss gewesen ist, was daraus hervorgeht, dass die reine *Sphagnum*-Torfschicht zur Zeit der Transgression von *Sphagnum-Eriophorum vaginatum*-Torf überlagert worden ist.

Das durch die Transgression veranlasste Steigen des Grundwasserspiegels hat im Wasserhaushalt des Hochmoores tiefgehende Veränderungen verursacht. Der erhöhte Grundwasserstand hat im grössten Masse störend auf die fortschreitende Entwicklung des Hochmoores eingewirkt. Auch diejenigen Stellen, die nicht unter die Wasserdecke gerieten, sind beinahe vollkommen in ihrer Entwicklung stehengeblieben. Nur 10—15 cm Torf hat sich nach der Transgression gebildet. Dagegen ist es dort, wo die Transgression eine Gyttjaschicht abgelagert hat, im allgemeinen nicht zu einer abermaligen Moorbildung gekommen. Die Transgression ist also in der Gegend des Nurmijärvi ebenso wie auch in allen anderen in West-Uusimaa von mir beobachteten Fällen von hinderndem Einfluss auf die Entwicklung der *Sphagnum*-Moore gewesen.

Bei der Darlegung der Ursachen der Transgression sind 4 Möglichkeiten in Betracht zu ziehen: a) Bei der Transgression handelt es sich um eine kurzandauernde starke Überschwemmung, die eine Folge von Durchbruch und Entleerung eines höher gelegenen, grösseren Sees ist. b) Das Steigen des Wassers im Nurmijärvi entspricht irgendeiner Ostseephase. c) Die Transgression ist auf eine feuchte Periode zurückzuführen, während welcher sich mehr Wasser ansammelte, als der langsam fliessende kleine Luhtajoki zu befördern vermochte. d) Die Transgression ist auf eine teilweise Verstopfung des Abflussbettes zurückzuführen.

Die erstgenannte Möglichkeit wird wohl nicht weiter in Betracht

kommen. Die von der Transgression abgesetzte Gyttjaschicht enthält eine besonders arten- und individuenreiche Diatomeenflora. Eine solche hätte aus Mangel an Zeit nicht entstehen können, wenn es sich nur um eine Überschwemmung von kurzer Dauer gehandelt hätte. Ebensowenig kann die erwähnte Gyttjaablagerung von einer abgetragenen diatomeenreichen Gyttjaschicht herstammen, da die Diatomeen durchweg unbeschädigt sind, so dass sie ihrem Aussehen nach keine plötzliche Überschwemmung haben überstehen können. Vielmehr liegen sie offenbar an ihrem primären Ort.

Auch die zweite Möglichkeit kann übergangen werden. Die Transgressionen der Litorinazeit und auch die späteren sind nach meinen Untersuchungen in Uusimaa nicht so hoch gestiegen, und den Anzylus-Transgressionen wiederum kann die Transgression des Nurmijärvi nicht entsprechen, da sie erst spät nach der Ankunft der Fichte, nach dem Zeugnis der Pollendiagramme frühestens erst am Schluss der Limnaeazeit eingetreten ist.

Dagegen ist das Bestehen einer feuchten Periode und eine dadurch veranlasste Transgression als möglich anzusehen. Die Untersuchung dieser Tatsache wird dadurch erschwert, dass es in der Nähe des Nurmijärvi kein vollkommen unberührtes, von Transgressionen verschontes Moor gibt, über das ein Pollendiagramm aufgestellt werden könnte, mit dessen Hilfe die Grösse der Lücke, die in den Diagrammen des Nurmijärvi durch die Transgression möglicherweise veranlasst wäre, bestimmt werden dürfte.

Die an vierter Stelle vorgeschlagene Möglichkeit kann mit Sicherheit mindestens als eine der wichtigsten Ursachen der Transgression angesehen werden. In der im Nordwesten gelegenen Bucht haben sich vor der Schwelle Sedimente angesammelt, die allmählich die ganze Bucht angefüllt und das Abflussbett verflacht haben. Schliesslich hat auch noch die Vegetation den Einfluss der Sedimentation verstärkt. Das Wasserbeförderungsvermögen des Abflussbettes hat sich hierdurch in dem Masse verringert, dass es die in den Nurmijärvi eintretende Wassermenge nicht rasch genug durchlassen konnte. Stattdessen hat der See zu transgredieren angefangen. Es handelt sich also um dieselbe Erscheinung, die bei den meisten in Satakunta (Aario 1932) untersuchten Transgressionsfällen festgestellt werden konnte. In derartigen Fällen setzt sich die Transgression fort, indem die Vegetation bestrebt ist, das Flussbett zu überwachsen, bis

in den Abflussverhältnissen irgendeine Veränderung eintritt. Möglich ist, dass die Transgression des Nurmijärvi durch die erst vor etwas mehr als 100 Jahren veranlasste Trockenlegung des bei Numlahti gewesenen Sees unterbrochen worden ist. Durch diese Massnahme sind jedenfalls auch die Abflussverhältnisse des Nurmijärvi in weitem Umfange verbessert worden. Diese Möglichkeit wird u.a. durch den Umstand gestützt, dass bei der Gyttjaschicht, die während der Transgression entstanden ist, die Pollenverhältnisse ungefähr den gegenwärtigen Zuständen entsprechen.

ENTWICKLUNG DER VEGETATION IM NURMIJÄRVI.

Zu Beginn der Verwachsung an den Ufern des Sees war die in seinem offenen Wasser auftretende Flora besonders spärlich. In der reinen Gyttja habe ich nur *Betula*-Nüsse und einen *Carex*-Schlauch angetroffen, die offenbar vom Ufer abgetrieben waren. Dagegen habe ich Samen von eigentlichen Wasserpflanzen nicht aufgefunden. In einer Tongyttjaprobe, die in der Nähe des Luhtajokibettes aufgenommen war, habe ich allerdings einen *Ceratophyllum*-Stachel gesehen. Es handelt sich hier auch um das einzige Zeugnis, das in der Subfossilflora auf die Eutrophie des Sees hinweist. An Tierresten, die in denselben Gyttjaschichten vorkommen, seien einige *Donacia*-Deckflügel, Statoblasten von *Cristatella mucedo* und *Cladoceren* erwähnt.

In den limnischen Torfarten ist die Subfossilflora bereits reichhaltiger, wenngleich auch bei dieser keine eigentliche Eutrophie zu beobachten ist. *Nuphar*- und *Nymphaea*-Samen sind spärlich vertreten, unter letzteren wahrscheinlich auch *N. tetragona*. In gewissem Masse sind auch Samen bezw. Nüsse oder Schläuche von *Scirpus lacuster*, *Alisma*, *Betula* und *Carex inflata* anzutreffen. Ausserdem kommen in reichlichem Masse *Phragmites*- und *Equisetum*-Fragmente vor. An animalen Subfossilien sind Deckflügel von *Donacia*, *Cristatella mucedo* und einige *Cladoceren* zu erwähnen, also dieselben wie bei der Gyttja.

Die telmatischen Torfarten enthalten in reichlichem Masse Schläuche von *Carex inflata* und *C. lasiocarpa*, wie auch spärlich Nüsse bezw. Samen von *Scirpus eupaluster*, *Cicuta*, *Comarum* und *Lycopus*. Auch die telmatische Vegetation ist somit verhältnismässig

oligotroph gewesen, die einzige etwas eutraphentere Art ist *Lycopus europaeus*.

Die terrestrischen Torfarten sind noch ärmer an Subfossilien: im *Sphagnum*-Torf habe ich keinen Samen gefunden, und auch im Bruchwaldtorf gibt es nur spärlich *Betula*-Nüsse zwischen Holzstückchen und Fetzen von Birkenrinde.

Auf Grund obiger Darlegung erscheint die Subfossilflora des Nurmijärvi gegen alle Erwartung als oligotroph. Es ist allerdings in Betracht zu ziehen, dass die Proben, auf Grund deren obige Schilderung zustandegekommen ist, im südwestlichen und nordwestlichen Moorgebiet aufgenommen sind, wo auch gegenwärtig der See eine oligotrophere Flora als in der Mitte und am Nordufer aufweist. An denjenigen Stellen, wo gegenwärtig eine üppige Vegetation herrscht, sind mit Sicherheit auch früher die eutropheren Standorte gewesen. So habe ich z.B. feststellen können, dass es in der Nähe von *Sparganium ramosum*-Siedlungen wenigstens noch in einer Tiefe von einem Meter in reichlichem Masse abgestorbene Rhizomknollen von *Sparganium ramosum* gibt, die nicht in der letzten Zeit dorthin gelangt sein können, da die lebenden Knollen im Nurmijärvi in einer Tiefe von höchstens 10—15 cm in der Gyttja liegen (vgl. S. 41).

Durch die Untersuchung einer genügend grossen Menge von Proben von allen Ufern des Sees und auch aus dem gegenwärtigen Seegebiet würden sich wahrscheinlich auch bei der Subfossilflora in gewissem Masse dieselben Eutrophieverhältnisse wie bei der gegenwärtigen Flora und Vegetation in den verschiedenen Teilen des Sees herausstellen.

Es ist auch möglich, dass der See früher wirklich etwas weniger eutroph als jetzt gewesen ist. Bekanntlich nimmt ja die Eutrophie der Seen im allgemeinen stark zu, wenn die Ufer angebaut werden.

Eine andere bei der ehemaligen Vegetation festgestellte, auffallende Eigentümlichkeit ist das reichliche Auftreten von *Phragmites* in den limnischen Torfarten, während *Scirpus lacuster* in verhältnismässig geringen Mengen vertreten ist. Wenn wir mit dieser Kenntnis das verbinden, was wir über das Auftreten von *Phragmites* und *Scirpus* im Nurmijärvi vor seiner Senkung und gegenwärtig festgestellt haben, erhalten wir folgendes Bild über die Kraftverhältnisse der genannten Arten zu verschiedenen Zeiten: am Schluss der Litorinazeit und wahrscheinlich auch noch eine Zeit danach ist *Phrag-*

mites communis im Nurmijärvi bedeutend wichtiger als *Scirpus lacuster* gewesen, darauf hat sich seine Bedeutung so sehr verringert, dass *Phragmites* bei der Senkung des Sees nur an einigen wenigen Stellen und auch dort im allgemeinen nur spärlich aufgetreten ist. Dagegen hat *Scirpus lacuster* eine breite zusammenhängende Zone um das Gebiet des offenen Wassers gebildet. Nach der Senkung haben sich die Kraftverhältnisse abermals verändert. Gegenwärtig beherrscht *Phragmites* ein etwas grösseres Gebiet als *Scirpus*, aber wie bereits früher erwähnt worden ist, scheint *Phragmites* leicht im Rückzuge begriffen zu sein.

Eine derartige Schwankung kann schwerlich als vom Zufall abhängig erklärt werden. Es hat den Anschein, wie wenn es sich um ökologische Verschiedenheiten von *Scirpus* und *Phragmites* handelte. *Phragmites* scheint am reichlichsten aufgetreten zu sein, als der Wasserspiegel des Sees während der Litorinazeit niedrig stand. Während der Transgression sind offenbar die *Phragmites*-, wie auch die anderen Ufervereine untergegangen, und als die Vegetation an den Ufern wieder stabil wurde, hat *Scirpus* die Oberherrschaft an sich gerissen. Während der folgenden Zeit niedrigen Wassers nach der Senkung ist *Phragmites* wieder stark vorgedrungen.

Es ist jedoch gewagt, die Verhältnisse als Niedrigwasserphasen der Litorinazeit und der Gegenwart nebeneinanderzustellen, wie auch das Allgemeinwerden von *Phragmites* als Wirkung niedrigen Wassers zu erklären, trotzdem *Phragmites* bekanntlich das Austrocknen des Bodens besser als *Scirpus lacuster* verträgt. Ebenso schwer ist es zu erklären, aus welchem Grunde das gegenwärtig beobachtete, besonders schwache Steigen des Wasserspiegels im Nurmijärvi wiederum ein Zurückweichen von *Phragmites* bewirkt hätte, obgleich ein deutlicher Parallelfall in den Verhältnissen zwischen dem früher eingetretenen Verschwinden von *Phragmites* und der Transgression zu beobachten ist. *Phragmites* wächst ja bekanntlich in den meisten Fällen in viel tieferem Wasser, als im Nurmijärvi an der tiefsten Stelle anzutreffen ist. Schliesslich kann diese Frage erst dann entschieden werden, wenn die ökologischen Unterschiede zwischen *Phragmites* und *Scirpus* genauer als gegenwärtig klargestellt sind.

ENTWICKLUNG DES SEES NACH DER SENKUNG DES NURMIJÄRVI I. J. 1923.

Im Jahre 1923 wurde der Spiegel des Nurmijärvi um ca 30—40 cm gesenkt. Das Abflussbett des Nurmijärvi, der Luhtajoki, wurde auf einer Strecke von ca 6 km bis an die Schnelle von Numlahti gereinigt und vertieft, und durch den See hindurch wurde dem Fluss ein deutliches Bett von der Mündung des Kyläjoki bis an den Austritt des Luhtajoki gegraben. Nach dem ursprünglichen von Prof. Hallakorpi ausgearbeiteten Projekt bestand die Absicht, das Wasser des Kyläjoki geradeswegs zwischen dem Niemenmäki und dem See in den Luhtajoki zu leiten, und durch eine Deichaufschüttung das Eindringen des Flusswassers in den Nurmijärvi zu verhindern. Dieses Projekt wurde jedoch aus Sparsamkeitsgründen (!) aufgegeben.

Die Veranlassung zur Senkung gaben die alljährlichen, langandauernden Frühlingsüberschwemmungen des Sees. Der kleine, teilweise durch die Vegetation verstopfte Luhtajoki ist nicht imstande gewesen, die Frühlingswasser mit genügender Geschwindigkeit abzuleiten, so dass sich der Wasserspiegel des Nurmijärvi hob und weite Gebiete von Acker- und Weideland am Ufer bedeckte. Um diesem Missstand abzuhelfen, wurde beschlossen, den Wasserspiegel des Sees zu senken. Ausserdem hoffte man, durch die Senkung neues Weideland zu gewinnen. Den See vollkommen trockenzulegen, wurde nicht beabsichtigt, trotzdem es gleichzeitig mit verhältnismässig geringen Mehrausgaben hätte ausgeführt werden können.

Die Senkung des Sees erwies sich später als ein in besonderem Masse misslungenes Unternehmen. Zwar stellten sich die Frühlingsüberschwemmungen in ihrer vorherigen Ausdehnung nicht mehr ein, so dass sich der angebaute Boden am Ufer verbesserte und auch an einigen Stellen neues Weideland gewonnen wurde. Andererseits aber wurden die früheren Weiden schlechter, indem sie sich in unergiebige Seggenwiesen verwandelten. Ausserdem hörte der Nurmijärvi durch die Senkung auf, streng genommen ein See zu sein, indem er sich in einen wässerigen Sumpf verwandelte. Da der See vor dem Verflachen selbst an den tiefsten Stellen nur ca 80—100 cm tief war, wurde er nach einer Senkung von 30—40 cm so seicht, dass sich durchweg an seiner Oberfläche eine Vegetation ausbreiten konnte und die Bewegung auf dem See mit jeglichem Verkehrsmittel unmög-

lich wurde. Zu Fahrten auf dem See besteht allerdings auch kaum Veranlassung mehr, weil sein früher so besonders reichhaltiger Fischbestand nach dem Senken beinahe vollkommen verschwand, da der See gegenwärtig im Winter bis auf den Grund gefriert. Der früher so ertragreiche Fischfang kann somit nicht mehr betrieben werden. Wenn weiter darauf hingewiesen wird, dass der Hauptteil des Sees gegenwärtig von nutzlosen Pflanzenarten bedeckt ist, kann festgestellt werden, dass der geringe wirtschaftliche Nutzen, der durch die Verbesserung der am Ufer gelegenen Kulturgelände erzielt worden ist, nicht den durch die Senkung verursachten grossen Kosten und auch nicht dem Schaden entspricht, den durch die Senkung der Haushalt des Sees selber erlitten hat.

Als eine positive Folgeerscheinung ist allerdings die lebhafte Entwicklung der Vogelwelt anzusehen. Früher traten dort nistend nur *Anas boschas*, *A. crecca* und *Podiceps cristatus* auf (Kivirikko 1898); im ganzen gab es dort 39 Arten. Im Frühling 1932 dagegen wurden dort nach dem mündl. Bericht Kivirikkos an einem Tage 60 Arten, darunter viele im Nurmijärvi nistende, gesehen.

Auch die durch die Frühlingsüberschwemmungen verursachten Störungen sind nicht durchaus mit Erfolg beseitigt, und, was der grösste Übelstand ist, ausserdem scheinen die Hochwasserstände im Frühling von Jahr zu Jahr eine immer längere Dauer anzunehmen. Auch ist der Wasserstand bei Überschwemmungen jetzt höher als vor einigen Jahren. Die Veranlassung hierzu ist die allmähliche Verstopfung des Flussbettes gewesen, wie sich weiter unten ergeben wird.

Auf die Formen des Seegrundes hat die Senkung im grossen und ganzen ausgleichend eingewirkt. So ist die Vertiefung, die sich früher von Simonsberg nach Norden erstreckte, und in der das Wasser nahezu einen halben Meter tiefer stand als anderswo, gegenwärtig 20—30 cm tief wie an allen anderen Stellen des Sees auch. Die Veranlassung hierzu ist wahrscheinlich dieselbe Erscheinung gewesen, welche bewirkt hat, dass sich die Osplateaus ungefähr bis zur Höhe des zu ihren gehörigen Wasserspiegels aufgeschichtet haben. Da im Nurmijärvi das Wasser an allen anderen Stellen so flach ist, dass es bei seiner Bewegung keine Bestandteile mehr absetzen kann, sammeln sich die Sedimente nur in der Vertiefung an, bis auch diese ausgefüllt ist, wie es bereits geschehen ist. Teilweise mag auch in gewissem

Masse die Ausebnung durch die Regelationserscheinungen begünstigt gewesen sein, da beim Gefrieren des Sees bis auf den Grund mit dem Eise Bestandteile von Stelle zu Stelle befördert werden. Andererseits ist ebenfalls zu beobachten, dass die Regelation auch Unebenheiten im Kleinen dadurch verursacht hat, dass das Eis vom Grunde Erdschollen abgelöst hat, die sich dann nach anderen Stellen hin bewegt haben. Die auf diese Weise entstandenen Gruben sind zuweilen bis einen Meter tief.

Der Einfluss der Senkung auf die Vegetation ist bereits in früheren Abschnitten dargestellt worden. Die Senkung von 30—40 cm hat im Nurmijärvi mit seiner geringen Tiefe die Verhältnisse wesentlich verändert. Beinahe alle Pflanzengesellschaften, die vor der Verflachung im See aufgetreten waren, gingen aus, als das Wasser an ihren Vegetationsstandorten zu flach geworden war. An ihre Stelle traten bald neue Siedlungen, zum Teil solche, die zu früher im See vorhandenen Assoziationen gehörten, zum Teil fremde. Für die Assoziationen der submersen und schwimmblättrigen Pflanzen boten sich nach der Senkung anstelle der verlorenen Standorte keine neuen mehr, so dass diese Pflanzengesellschaften verschwanden. Die ausgedehnten Bestände von *Sparganium natans* verschwanden so spurlos, dass von dieser Art nicht ein einziges Individuum zurückgeblieben ist. Ebenso verschwanden die früher so häufigen *Nymphaea* und *Nuphar*-Assoziationen, desgleichen verschiedene *Potamogeton*-Gesellschaften. Nur einige wenige kleine *Potamogeton perfoliatus*-Siedlungen sind gegenwärtig in der Mitte des Sees im Flussbett anzutreffen. Den grössten Teil derjenigen Standorte, die früher von den oben erwähnten Assoziationen beherrscht waren, hat *Alisma* übernommen, die sich auch der Gebiete bemächtigt hat, die früher keine Vegetationsdecke getragen haben. Zuvor ist *Alisma* im Nurmijärvi wenigstens nicht in der Weise aufgetreten, dass sie grössere Siedlungen gebildet hätte. Jetzt beherrscht sie ein ca 45 ha grosses Gebiet in der Mitte des Sees, also 25 % seines ganzen Flächeninhaltes.

Der nächst wichtige unter den Beherrschern der mittleren Teile des Sees ist *Typha latifolia*, die vor der Senkung im Nurmijärvi durchaus unbekannt war. Jetzt steht ihr ein ca 15.5 ha umfassendes Gebiet zur Verfügung, und sie scheint sich immer weiter auszubreiten. Die dritte in der Mitte des Sees vertretene Assoziation ist die *Scirpus lacuster*-Gesellschaft. Augenblicklich scheint allerdings ihr

Areal ungefähr dasselbe wie vor der Senkung zu sein; denn das, was sie in der Mitte gewonnen hat, ist ihr nach der Verflachung des Sees in dessen Uferteilen verlorengegangen. Doch ist *Scirpus* in rascher Ausbreitung begriffen. Auch die *Phragmites*-Siedlungen sind auf das frühere Gebiet der submersen und schwimmblättrigen Pflanzen übergetreten, allerdings beinahe nur in dessen Randteile. *Phragmites communis* gehört zu denjenigen Arten, die am allermeisten von der Senkung des Sees profitiert haben. Vor der Senkung verfügte diese Art nur hier und dort über einige kleine Siedlungen, während dagegen jetzt ihre Siedlungen in den Uferteilen besonders häufig sind. Mindestens am Südufer des Sees scheint jedoch ihre Ausbreitung Halt gemacht zu haben, ja sogar ein Zurückweichen konnte beobachtet werden. Ausser den oben erwähnten Arten ist noch *Sparganium ramosum* zu nennen, das sich ziemlich ausgedehnter Gebiete zu beiden Seiten des Flussbettes bemächtigt hat, nachdem es vor der Senkung nur an der Mündung des Flusses aufgetreten war. Weiter sei auf *Equisetum* hingewiesen, das auch auf das Gebiet früheren offenen Wassers vorgedrungen ist. Ausserdem hat es sich zur Hauptsache der früheren *Scirpus*-Zone bemächtigt. Die frühere *Equisetum*-Zone ist, wie erwähnt, der Herrschaft unergiebiger Seggenwiesen und wertlosen Weidengestrüpps verfallen. Besonders ist die Ausbreitung des letzteren an den Ufern auffallend.

Der Einfluss der Senkung des Sees auf die Vegetation ist noch nicht abgeschlossen. Wie bereits früher bemerkt, hat die Vegetation des Nurmijärvi nach der Senkung noch nicht das Gleichgewicht erlangt. Wahrscheinlich werden zunächst *Scirpus lacuster* und *Typha latifolia* die Mitte des Sees erobern; *Typha* wird dann wohl zum grössten Teil verschwinden, so dass sich die Mitte des Sees zu einer ± zusammenhängenden *Scirpus*-Siedlung entwickeln wird. Auch *Equisetum* wird sich grosse Gebiete in den mittleren Teilen des Sees aneignen. Dagegen wird sich wohl die Ausbreitung von *Phragmites* später vornehmlich auf die nördlichen Ufergebiete beschränken. *Sparganium ramosum* wird an die Randteile des Flussbettes geschoben. Die *Alisma*-Siedlungen werden im grossen und ganzen verschwinden, soweit der Einfluss der Kultur in der Mitte des Sees nicht zunimmt. Der See wird also innerhalb kurzer Zeit von hohen Luftsprosspflanzen bedeckt sein, von Gewächsen, die als intensive Torfbildner bekannt sind. Wenn sich der Wasserspiegel des Sees nicht

heben würde, stände also die vollkommene Verlandung des Sees in allernächster Zeit zu erwarten.

Der Wasserspiegel des Sees ist jedoch gleich nach seiner Senkung im Steigen begriffen gewesen. Als dem vom Kyläjoki mitgeführten Wasser i.J. 1923 ein künstliches Bett nach dem Luhtajoki zu durch den See gegraben wurde, begannen die Wasserpflanzen sogleich mit ihrem Angriff gegen jenen Austrockner des Sees. In einem derartigen eutrophen See machten sich die Folgen bald bemerkbar. Jetzt bildet nach Verlauf von 9 Jahren bereits eine ca 200 m lange Strecke des Flussbettes zusammenhängende *Sparganium ramosum*-Siedlungen, so dass sich das Wasser des Kyläjoki wieder zum grossen Teil über den ganzen See ergiesst. Die Verwachsung wurde dadurch erleichtert, dass sich das Wasser in Ermangelung einer Deichaufschüttung trots des vertieften Flussbettes über den See verbreiten konnte. Die mittleren Teile des Sees waren nach dem Bericht der Ortsbewohner gleich im Sommer nach der Senkung am trockensten. Später hat es dort selbst zu den trockensten Zeiten des Sommers mehr Wasser gegeben. Auch die Ableitung der Frühlingswässer wird durch die genannte Siedlung behindert, obgleich sie dann ganz und gar vom Überschwemmungswasser bedeckt ist. Immerhin ist ihr Standort flach. Das Wasser muss sich auf ein weiteres Gebiet ausdehnen, um sich danach allmählich wieder in das Bett des Luhtajoki zu sammeln, nachdem es die verwachsene Stelle passiert hat. Hiervon ist die Folge gewesen, dass die Überschwemmungen in den letzten Frühjahren von übermässig langer Dauer gewesen sind.

Der nach dem Luhtajoki zu gelegene Teil des Bettes ist allerdings offen, so dass der Abfluss des Wassers aus dem See unbehindert vorsichgeht, sobald der verwachsene Teil überflossen ist. Das Steigen des Wasserspiegels ist somit langsamer, als es in dem Fall gewesen wäre, wenn die Überwachsung an dem nach dem Luhtajoki zu gelegenen Ende eingesetzt hätte. Da die Verlandung des Fluss bettes immerhin im Verlauf von 9 Jahren so weit gediehen ist, erscheint es als natürlich, dass sich das langsame Steigen des Wasserspiegels auch späterhin fortsetzen wird, soweit der Mensch nicht in den Entwicklungsverlauf eingreift.

IX. DIE WÄLDER IN DER GEGEND DES NURMIJÄRVI IN POSTGLAZIALER ZEIT.

Die postglaziale Chronologie von Uusimaa ist vorläufig nur in ihren Hauptzügen bekannt. Diese Tatsache verursacht in gewissem Masse Schwierigkeiten für eine eingehende Darlegung der Florengeschichte hinsichtlich der Umgebung des Nurmijärvi. Immerhin sind einige chronologische Fixpunkte festzustellen. Die Pollendiagramme erstrecken sich bis auf den Bänderton, dessen obere Schichten nach SAURAMO (1923) zur Zeit der zweiten Salpausselkäphase oder gleich danach entstanden sind. Die hangenden Tonschichten schliessen sich konkordant an den Bänderton an, so dass deren untere Teile mit den oberen des Bändertones in grossen Zügen gleichaltrig sind. Als zweiter Fixpunkt kann der Beginn der Litorinazeit angesehen werden. In einigen Pollendiagrammen des Litorinagebietes in Uusimaa konnte der Beginn der Litorinaperiode bestimmt werden, und es bestand die Möglichkeit, diese mit den Pollendiagrammen des Nurmijärvi zu konnektieren.

Mit Hilfe der beiden Fixpunkte konnte die Chronologie des weiteren mit einiger Genauigkeit durch Vergleich der Diagramme mit den in Nord-Satakunta (AARIO 1932) und auf der Karelischen Landenge (HYYPPÄ 1932) angestellten Untersuchungen ergänzt werden, durch welche die Chronologie genauer festgelegt ist.

Bei den Pollendiagrammen des Nurmijärvi sind dieselben Hauptzüge wie in Satakunta zu unterscheiden. Auch hier liegt gleich oberhalb des Bändertons eine Art *Pinus*-Maximum, das allerdings nicht ebenso deutlich wie das in Satakunta festgestellte ist. Von diesem relativen Maximum an verringert sich die Prozentmenge des Kiefernpollens bis zum Beginn der Litorinazeit. Danach ist die Kiefer wieder allgemeiner geworden, und in der Nähe der Gegenwart liegt das absolute Maximum der Kiefer. Der Verlauf der Birkenkurve ist im

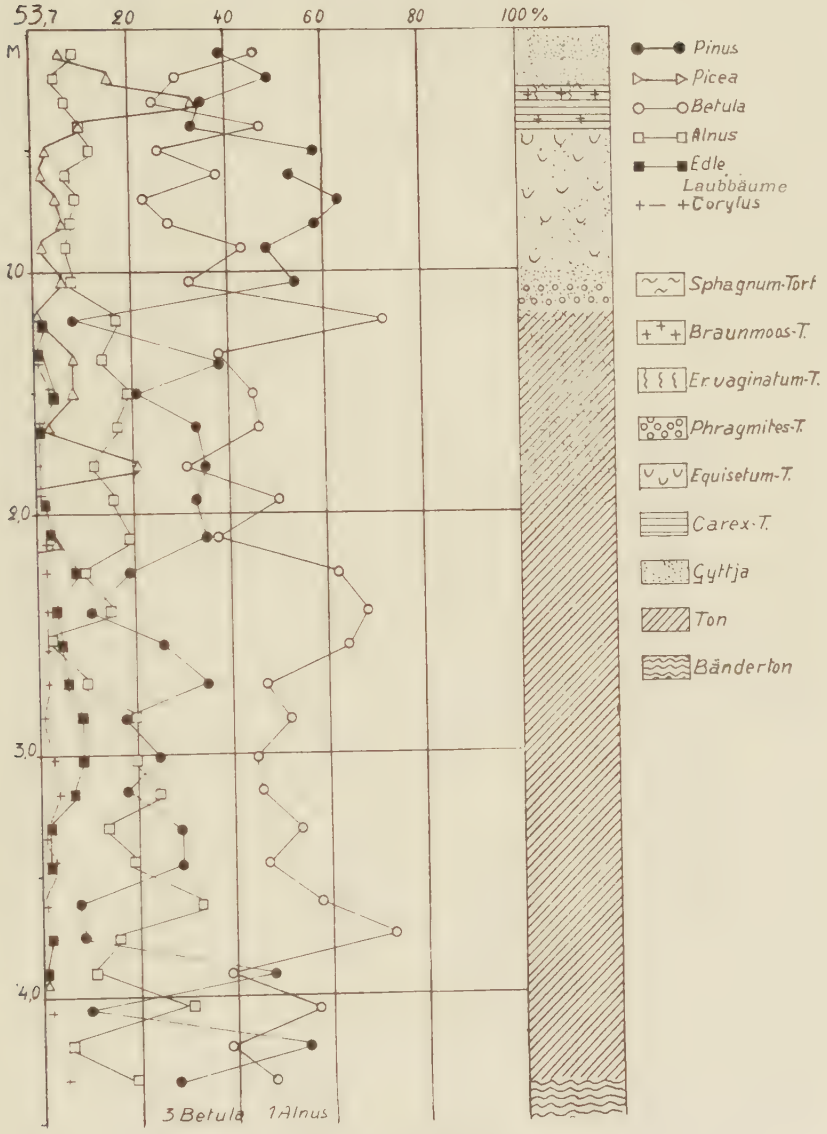

Abb. 17. Diagramm 1.

grossen und ganzen das Spiegelbild der Kiefernkurve, obgleich dieses Verhältnis besonders in den oberen Teilen des Diagramms durch die Fichtenkurve gestört ist.

Der Verlauf der Fichtenkurve stellt in Diagramm 1 durchaus einen Normaltyp dar. Kurz nach ihrer eigentlichen Ankunft wird die Fichte rasch allgemein, und ihre Pollenfrequenz erreicht bald ihr erstes relatives Maximum. Danach nimmt die Quantität des Fichtenpollens ab und bleibt ziemlich gleichmässig, um noch kurz vor der Gegenwart ein anderes Maximum zu bilden. Gegenwärtig setzt sich nur eine geringe Menge von Fichtenpollen in den Mooren ab. Diagramm 2 vermittelt über das ehemalige Auftreten der Fichte auf den ersten Blick ein ganz andersartiges Bild. Die Menge ihres Pollenstaubes bleibt im Diagramm in einer mehr als einen Meter starken Schicht gering, und auch danach steigt die Kurve langsam auf ihr Maximum an. Dieses ist darauf zurückzuführen, dass bei der Ankunft der Fichte am Westende des Sees, über das Diagramm 2 ausgeführt ist, bereits eine starke Ablagerung von Tongyttja eingesetzt hatte, da der Ort damals schon eine geschützte Bucht darstellte. Aus diesem Grunde ging dort die Sedimentation wenigstens ca 5 mal rascher vor sich als an der Stelle, über welche Diagramm 1 aufgestellt ist (vgl. S. 104). Wenn diese Tatsache in Betracht gezogen wird, hebt sich der anscheinende Widerspruch zwischen diesen beiden Diagrammen auf. Die bedeutend grössere Menge an Fichtenpollenstaub bei Diagramm 2 ist als lokale Erscheinung leicht zu erklären. Auch gegenwärtig ist das am Südwestufer des Sees vorkommende Reisermoor, über das Diagramm 2 ausgeführt ist, in grösserer Nähe von fichtenbeherrschten Wäldern gelegen als die durch Diagramm 1 vertretene Stelle. Auch das in Diagramm 2 auftretende mittlere starke Maximum ist wohl eine lokale Erscheinung, da in Diagramm 1 an derselben Stelle nur ein viel schwächeres Steigen der Fichtenpollenmenge zu beobachten ist.

Wie aus dem Pollendiagramm hervorgeht, ist die Fichte in die Gegend des Nurmijärvi kurz nach dem Beginn der Litorinazeit gekommen, wahrscheinlich zur Zeit der ersten Litorinatransgression oder vielleicht etwas später (also 4 000—4 500 v. Chr.). Nach den Untersuchungen Auers (1924) ist die Fichte ungefähr um dieselbe Zeit an den Vanajavesi(-See) gekommen.

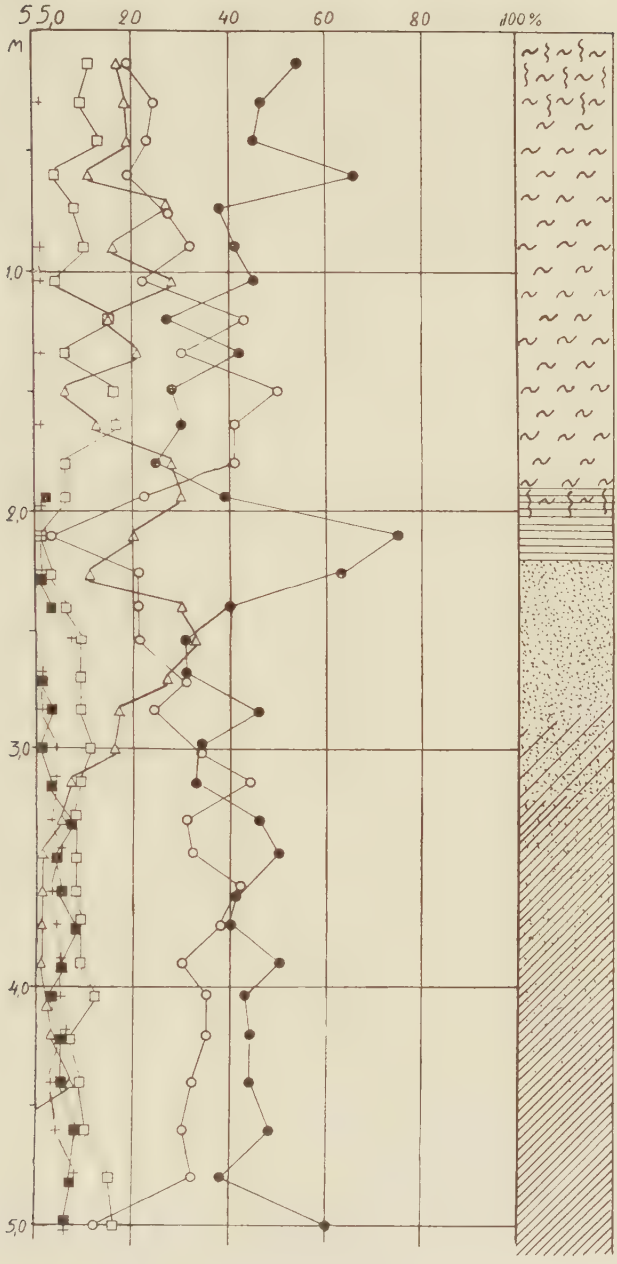

Abb. 18. Diagramm 2.

Unterhalb der eigentlichen Pollengrenze der Fichte liegt allerdings auch im Diagramm des Nurmijärvi ein vereinzeltes Fichtenpollenvorkommen, das chronologisch an den Übergang vom Yoldia zum Anzylus fällt. Wie ich bereits früher dargestellt habe, sind derartige verstreute Vorkommen von Fichtenpollen in Nord-Satakunta von der Bändertongrenze an ziemlich allgemein anzutreffen (Aario 1932, S. 161). Dasselbe ist in West-Uusimaa der Fall, worüber die ausgeführten Untersuchungen allerdings noch nicht zur

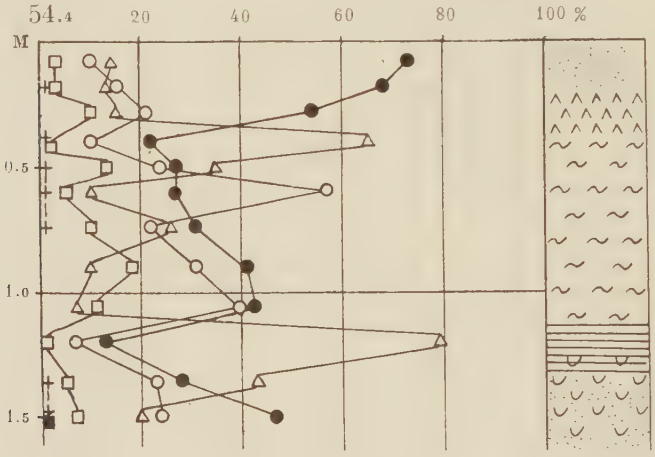

Abb. 19. Diagramm 3.

Veröffentlichung gelangt sind. Auch auf der Karelischen Landenge ist dasselbe beobachtet worden (Hyyppä 1932). Wie ich durch meine Untersuchungen in N-Satakunta nachgewiesen habe, können nicht alle derartigen Vorkommnisse ihrer Allgemeinheit wegen als Fälle von Ferntransport erklärt werden. Vielmehr geben sie zu erkennen, dass die Fichte gleich, nachdem sich der Boden vom Inlandeis befreit hatte, hierher gekommen ist, obgleich sie damals noch nicht allgemein geworden war. Die Ursachen zu der Erscheinung, dass sich die Fichte nicht sogleich nach dem Zurückweichen des Eises zu einer waldbildenden Art wie Birke und Kiefer entwickelt hat, sind vorläufig noch nicht aufgeklärt. Kälte kann nicht der Grund gewesen sein, da ja die Fichte im Norden an vielen Stellen die Waldgrenze bildet. Das Auftreten edler Laubbäume zeigt ausserdem, dass es vor der Ankunft der Fichte lange Zeit gerade sehr warm war. Auch ist

kaum denkbar, dass die grössere Ausdehnung der Meere das Allgemeinwerden der Fichte mehr als das der anderen Baumarten erschwert hätte, trotzdem die Fichte bekanntlich atlantophob ist. Die Fichte scheint eben nicht die Ufer der Binnenmeere zu meiden. An der Küste des Bottnischen Meerbusens habe ich sogar an einigen Stellen beobachten können, dass sich zuerst Fichtenkeimlinge auf das aus dem Meere aufgestiegene Ufergebiet ausgebreitet haben, obgleich Schwarzerlen in reichlichem Masse in der Nähe vorhanden waren. Auch durch den Umstand, dass die Fichte während der transgressionsreichen Litorinazeit allgemein wird, als das Verhältnis zwischen trockenem Boden und Wasser ungefähr dasselbe wie am Schluss der Anzyluszeit war, scheint deutlich bewiesen zu sein, dass der grosse Umfang des Meeres für die Ausbreitung der Fichte kaum ein Hindernis gewesen sein kann. Möglich wäre, dass hier verschiedene Rassen in Frage kämen. Es ist gewiss bekannt, dass zahlreiche Pflanzen, die aus eingeführtem Samen gezogen sind, schlecht gedeihen, soweit sie in eine Gegend mit strengerem Klima als ihre Heimat geraten sind. Deswegen wäre wohl denkbar, dass es ziemlich lange gedauert hat, bevor die hier angekommene Fichte so weit kam, sich den hiesigen Verhältnissen anzupassen, während sie eine einheimische geographische Rasse ausbildete. Auch können die ersten Exemplare, die sich hier niedergelassen haben, einer ganz anderen Fichtenart angehörig gewesen sein. Es kann sich recht gut um die östliche *Picea obovata* gehandelt haben, mit umso grösserem Grunde, als die Fichte aus dem Osten zu uns gekommen ist, wo die erwähnte Art herrscht. Dann wäre leicht verständlich, dass diese kontinentale Art bei uns der allzu grossen Maritimität des einheimischen Klimas wegen im Wettbewerb nicht recht standgehalten hätte. Später wäre dann *Picea excelsa* an die Karelische Landenge gekommen und hätte sich von dort über Finnland ausgebreitet, indem sie bei uns mit ihrem Siegeslauf *Picea obovata* vollkommen überrannt hätte. Diese zuerst von Backman (Cajander 1916) aufgestellte Hypothese ist allerdings schwer zu bestätigen, da der Pollenstaub der *Picea obovata* gegenwärtig nicht von dem der *Picea excelsa* unterschieden werden kann.

Als Baumarten, deren Ankunft später als die der Kiefer und Birke liegt, hat man ausser der Fichte beide Erlenarten angesehen, von denen die Schwarzerle als aus dem Westen, die Grauerle als aus

dem Osten in unser Land eingewandert erwähnt ist. Aus dem Diagramm des Nurmijärvi aber geht hervor, dass es Erlenpollen in reichlichem Masse auch in den unteren Schichten des Diagramms gibt, so dass für die Erle keine Pollengrenze besteht, wie es der Fall gewesen wäre, wenn *Alnus* hier erst später angekommen wäre. Auch beim Profil von Nurmo in Süd-Pohjanmaa ist die Sachlage dieselbe. Ebenso reicht auch bei allen von mir in Uusimaa untersuchten Pollenprofilen, deren Proben bis auf den Bänderton untersucht sind, der Erlenpollen soweit abwärts wie der Pollen der anderen Baumarten. Ausserdem ist im allgemeinen in den unteren Teilen des Diagramms der Erlenpollen bedeutend reichlicher als in den gegenwärtig entstehenden Schichten. Auf dieselbe Tatsache weist auch ein von AUER (1928) über Riihimäki aufgestelltes Diagramm hin, das sich allerdings nicht bis auf den Bänderton erstreckt. In einigen Mooren der Karelischen Landenge hat HYYPPÄ zwar eine Pollengrenze für die Erle ermittelt, doch gibt diese mit Sicherheit noch nicht einmal soviel an, dass die Erle auf der Landenge während jener Zeit gefehlt hätte; vielmehr soll sie vielleicht so spärlich gewesen sein, dass sie nicht in den Prozentmengen zum Ausdruck gelangt. Ausserdem sind HYYPPÄs Analysen über den Ton ohne das Fluorwasserstoffverfahren angestellt, und aus diesem Grunde können leicht einige Pollenkörner unbeobachtet geblieben sein. Die Pollenkörner der Erle sind oft in stark tonhaltigen Proben noch schwerer als die der Birke aufzufinden.

Die Erle ist also wenigstens nach Uusimaa und an die Küste des Bottnischen Meerbusens, wie auch wahrscheinlich an die Karelische Landenge, um dieselbe Zeit wie Kiefer und Birke gekommen. Im Gegensatz zur Fichte ist die Erle sogleich allgemein geworden, indem sie lange Zeit viel reichlicher aufgetreten ist als gegenwärtig. Leider sind die Pollen der beiden Erlenarten unmöglich voneinander zu unterscheiden, so dass unentschieden bleibt, ob die beiden Erlenarten um dieselbe Zeit, gleich nach dem Zurückweichen des Inlandeises, angekommen sind, oder ob eine der beiden in Frage stehenden Arten möglicherweise erst später eingetroffen ist, so dass also wenigstens die Ankunft dieser nach der bisherigen Auffassung angesetzt werden kann.

Das Auftreten der edlen Laubbäume setzt auch bereits in der

Yoldiazeit ein, und bald nach dem ersten Erscheinen wird deren Kurve einheitlich und setzt sich durch das Anzylus und den Beginn der Litorinazeit fort. Beim ersten Maximum der Fichte wird die Kurve der edlen Laubbäume unterbrochen, und gleich danach hört sie vollkommen auf. Am reichlichsten sind die edlen Laubbäume in der Gegend des Nurmijärvi am Ende der Anzyluszeit. Bereits vor der Ankunft der Fichte macht sich ein deutlicher Abstieg bemerkbar, und nachher ist die Verminderung ganz offensichtlich. Diese Feststellung weicht deutlich von den Ergebnissen ab, auf die Hyyppä (1932) hinsichtlich der Karelischen Landenge gekommen ist, und nach denen das Maximum der edlen Laubbäume im allgemeinen erst kurz nach der Ankunft der Fichte in der Litorina-Zeit liegt. Es ist auch wahrscheinlich, dass das Maximum der edlen Laubbäume am Schluss der Anzyluszeit in der Gegend des Nurmijärvi nur eine lokale Erscheinung ist. Auch mit Rücksicht auf Uusimaa habe ich auf Grund der Proben, die ich bisher untersucht habe, meistens feststellen können, dass das Maximum der edlen Laubbäume in der Litorinazeit liegt, wenngleich auch Ausnahmen in der Art des Nurmijärvi vorliegen.

Die Kurve von *Corylus* verläuft in den Diagrammen zusammenhängend an derselben Stelle wie die der edlen Laubbäume. Das sporadische Auftreten von *Corylus* erstreckt sich in den Diagrammen 2 und 3 allerdings viel weiter nach oben als das der edlen Laubbäume. Ebenso liegen die ersten Auftreten von *Corylus* weiter nach unten, ja sogar so tief, dass die Tonprobe, die unmittelbar über dem Bänderton entnommen ist, 5 % *Corylus* enthält. Am Nurmijärvi hat es also gleich nach dem Zurückweichen des Inlandeises aus dem zweiten Salpausselkä eine reichliche Haselbusch-Vegetation gegeben (vgl. Hellaakoski 1928). In der *Corylus*-Kurve von Diagramm 1 kann kein eigentliches Maximum festgestellt werden. Bei Diagramm 2 nimmt zwar *Corylus* nach unten hin auf dieselbe Weise wie die edlen Laubbäume zu, da aber dieses Diagramm ungefähr nur bis an die Litorinagrenze reicht, geht auch aus diesem nicht hervor, an welche Stelle ein eventuelles Maximum fallen könnte. Hier mag hervorgehoben werden, dass sich das Auftreten von *Corylus* auch anderswo als so unbestimmt und schwankend erweist, dass auf Grund ihres Vorkommens nicht einmal klargestellt werden konnte, ob sie boreal oder atlantisch ist, mit anderen Worten, ob sie ein trockenes oder feuchtes Klima vorzieht (Erdtman 1931).

Ausser den einheitlichen Pollenkurven sind in das Diagramm 1 die im Bänderton angetroffenen Pollenvorkommen der Birke und Erle eingetragen. Schon früher habe ich in einem Moor in Nord-Satakunta und in Nurmo in Süd-Pohjanmaa Pollenstaub im Bänderton aufgefunden. Da sich jetzt auch am Nurmijärvi Pollen im Bänderton gezeigt hat, kann es als sicher angesehen werden, dass auf das Zurückweichen des Eises aus dem inneren Salpausselkä keine Tundrenperiode gefolgt ist, sondern dass sich auf den vom Eise befreiten Stellen sogleich eine Waldvegetation ausgebreitet hat. Als Zufall ist es zu bezeichnen, dass unter den vier aufgefundenen Pollenkörnern die Kiefer nicht vertreten war. Diese ist wahrscheinlich um dieselbe Zeit neben Birke und Erle aufgetreten. Unter den Pollenvorkommen, die sich in Satakunta und in Pohjanmaa im Bänderton gezeigt haben, ist auch die Kiefer aufgefunden worden. Die Spärlichkeit des Pollenstaubes in der Probe ist darauf zurückzuführen, dass es zu jener Zeit nur in einer Entfernung von 10 km vom Nurmijärvi Land gab (so dass nur in spärlichem Masse Pollenstaub in so entfernte Gegenden gelangte) und ausserdem die Sedimentation stark war. In der Gegend von Karjalohja, das zu jenen Zeiten doppelt so weit vom Lande entfernt lag, habe ich im Bänderton keinen Pollenstaub mehr gefunden, obgleich er in den hangenden Übergangsschichten noch anzutreffen war. Dass diese Spärlichkeit des Pollenstaubes zu jener Zeit wirklich auf das Entlegensein trockenen Landes und nicht auf eine etwaige durch kaltes Klima begründete geringe Bedeutung des Waldes zurückzuführen ist, erhellt aus einem Vergleich dieser Fälle mit späteren. So fehlt beinahe vollkommen der Pollenstaub in den zuunterst gelegenen Schichten eines bei Finträsk (Süd-Espoo) vorkommenden Moores, trotzdem diese Ablagerungen der Anzyluszeit angehören. Bei der Entstehung dieser Schichten gab es trockenes Land nur im Norden der Kirchspiele Espoo und Kirkkonummi in einer Entfernung von ca 10—20 km. Aus diesem Grunde erwies sich die Pollenflora dieser Schichten als so spärlich, und das zu einer Zeit, als die Vegetation bereits an anderen Stellen höchst üppig zu werden begann.

In Anbetracht des Auftretens von Birke und Erle im Bänderton, wie auch des reichlichen Vorkommens von *Corylus* unmittelbar oberhalb dieser Schicht ist wohl als sicher anzusehen, dass nach

dem Zurückweichen des Eises aus dem zweiten Salpausselkä oder wenigstens gleich danach in der Gegend des Nurmijärvi ein ebenso warmes oder wärmeres Klima geherrscht hat als gegenwärtig. Aus dem im Vergleich zur Birke verhältnismässig reichlichen Auftreten der Kiefer könnte vielleicht der Schluss gezogen werden, dass das Klima zu jener Zeit auch etwas trockener als später war. Die Temperaturzunahme setzt sich dann in der Anzyluszeit fort, als es, nach der reichlichen Menge der Laubbäume zu schliessen, auch feucht gewesen ist, und denselben Charakter scheint in der Gegend des Nurmijärvi das Klima bis in die erste Hälfte der Litorinazeit ungefähr bis zur Ankunft der Fichte bewahrt zu haben. Gleichzeitig wird, wie das Verschwinden der edlen Laubbäume zu erkennen gibt, das Klima schlechter und, wie aus dem Aufstieg der Kiefernkurve zu schliessen ist, auch trockener. Diese Entwicklung scheint sich bis in die Gegenwart fortzusetzen. Irgendwelche Anzeichen von den vorausgesetzten subborealen und subatlantischen Zeiten habe ich hier ebensowenig wie in Satakunta und West-Uusimaa feststellen können.

LITERATURVERZEICHNIS.

Aario, Leo, 1932, Pflanzentopographische und paläogeographische Mooruntersuchungen in N-Satakunta. Fennia 55.

Auer, Väinö, 1921, Piirteitä Keski-Pohjanmaan soistumistavoista. Comm. ex Inst. Quaest. Forest. Finl. ed. 3.

—»— 1924, Die postglaziale Geschichte des Vanajavesi-Sees. Ibid. 8.

—»— 1928, Riihimäen Herajoen suksilöydön turvegeologinen ikämääräys. Suomen Museo 35.

Blomgren, N. und Naumann, E., 1925, Untersuchungen über die höhere Vegetation des Sees Råken bei Aneboda. Lunds Univ. Årskrift. N. E., Avd. 2., Bd. 21, n:o 6.

Brüchatowa, A., 1928, Biologische und phys.-chemische Untersuchungen des Worontzow-Teichs. Arbeiten der hydrophysiolog. Station des Inst. für experim. Biologie Moskau.

Cajander, A. K., 1913, Studien über die Moore Finnlands. Fennia 35.

—»— 1916, Metsänhoidon perusteet I. Porvoo.

Erdtman, G., 1931, The Boreal Hazel Forests and the Theory of Pollen Statistics. The Journal of Ecology, Vol. 19, N:o 1.

Granö, J. G., 1931, Die geographischen Gebiete Finnlands. Fennia 52.

Hellaakoski, Aaro, 1928, Puulan järviryhmän kehityshistoria. Fennia 51.

Hintikka, T. J., 1926, Über das Vorkommen von Helodea canadensis (L.) Rich. in Finnland. Annales Soc. Zool.-Bot. Fennicae Vanamo. Tom. 3.

Hulkkonen, O., 1927, Kasvillisuudesta Sortavalan Tuhkalammissa. L. Y., S. 54—62.

—»— 1929, Laiduntamisen vaikutuksesta kasvillisuuteen eräissä Laatokan maatuvissa lahdekkeissa. Turun Ylioppilas 1, Turku.

Hyyppä, Esa, 1932, Die postglazialen Niveauverschiebungen auf der Karelischen Landenge. Annales Acad. Scient. Fennicae. Serie A. Tom. 27.

Ingman, Hertta, 1930, Nummen Savijärven kasvillisuus. L. Y., s. 167—178.

Iversen, J., 1929, Studien über die p_H-Verhältnisse dänischer Gewässer und ihren Einfluss auf die Hydrophyten-Vegetation. Botanisk Tidskrift, Bd. 40. K:havn.

Keränen, J., 1925, Temperaturkarten von Finnland. Mitteilungen der Meteorologischen Zentralanstalt des Finnischen Staates, N:o 17.

Kivirikko (Stenroos), K. E., 1898, Das Thierleben im Nurmijärvi-See. Acta Soc. pro Fauna et Flora Fennica 17.

Kotilainen, Mauno J., 1927, Untersuchungen über die Beziehungen zwischen der Pflanzendecke der Moore und der Beschaffenheit, besonders der Reaktion des Torfbodens. Wissenschaftliche Veröffentl. d. Finnischen Moorkulturvereins N:o 7.

Linkola, K., 1916, Studien über den Einfluss der Kultur auf die Flora in den Gegenden nördlich vom Ladoga-See I. Acta Soc. pro Fauna et Flora Fennica 45.

—»— 1932 a, Vesiemme suurkasvillisuuden ja suurkasvien tutkiminen. L. Y., S. 43—58.

—»— 1932 b, Alueellista lajitilastoa vesiemme putkilokasveista. Ibid., S. 86—106.

Lundqvist, G., 1924, Sedimentationstyper i insjöar. Geol. Fören. Förh. 46.

—»— 1930, Drag ur Stockholmstraktens hydrografi. Ymer 1930, Heft 3.

Mankonen, K., 1932. Vesikasvillisuustutkimuksia Vargöviken-järvessä. Turkistalous 1932.

Metsävainio, K., 1931, Untersuchungen über das Wurzelsystem der Moorpflanzen. Annales Bot. Soc. Zool.-Bot. Fenn. Vanamo. Tom. 1.

Michaelis, L., 1926, Praktikum der phys. Chemie. III Aufl. Berlin, Springer 1926.

Naumann, E., 1932, Grundzüge der regionalen Limnologie. Thienemanns »Die Binnengewässer» Bd. 11, Stuttgart.

Ricket, H. W., 1922, A quantitative Study of the larger aquatic Plants of Lake Medote. Transact. Wisc. Acad. of Sciences Arts a. Letters 20.

—»— 1924, A quantitative Study of the larger aquatic Plants of Green Lake. Ibid. 21.

Samuelsson, G., 1925, Untersuchungen über die höhere Wasserflora von Dalarne. Sv. Växtsoc. Sällskapets Handl. 9.

Sauramo, M., 1923, Studies on the Quaternary Varve Sediments in Southern Finland. Bulletin de la Commission geologique de Finlande N:o 60.

Skadowsky, S., 1928, Die aktuelle Reaktion in Süsswasserbecken und ihre biologische Bedeutung. — Arbeiten der hydrophysiolog. Station des Inst. für exp. Biologie Moskau.

Thunmark, Sven, 1931, Der See Fiolen und seine Vegetation. Acta Phytogeogr. Suecica II.

Vaheri, Erkki, 1932, Jyväsjärven kasvillisuus. Annales Bot. Soc. Zool.-Bot. Fenn. Vanamo. Tom. 3.

SUOMENKIELINEN SELOSTUS.

NURMIJÄRVEN KASVILLISUUS JA KEHITYS JÄÄKAUDEN JÄLKEEN.

N u r m i j ä r v e n j a s e n y m p ä r i s t ö n y l e i n e n l u o n n e. Nurmijärvi sijaitsee Keski-Uudellamaalla n. 50 km Helsingistä pohjoiseen. Järven suurin pituus on 2.5 km, suurin leveys n. 1 km. Pinta-ala on hiukan yli 190 ha. V. 1923 suoritetun järvenlaskun jälkeen sen suurin syvyys keskikesällä on n. 30 sm; kevät- ja syystulvien aikana järven syvyys nousee metriin. Järven pohja on kauttaaltaan savea. Järveen laskee Kyläjoki, joka kulkee perattua, nyttemmin uudestaan umpeutunutta uomaa myöten järven läpi (vert. Karttaliite) poistuen järvestä Luhtajoki-nimisenä. Järven rannat ovat suurimmaksi osaksi peltoina tai niittyinä.

Nurmijärvessä suoritetut tutkimukset tehtiin kesinä 1931 ja 1932. Ne kohdistuivat kasvillisuuteen, yksityisten lajien ekologiaan ja kasvillisuuden historiaan.

M e n e t e l m ä t. Kasvustoanalyyseissä on käytetty 25 m²:n suuruisia koealoja, joilla runsaus on arvioitu Norrlinin asteikon mukaan. Jokaiselta koealalta on lisäksi tutkittu tarkemmin 0.25 m²:n suuruinen koeruutu, jolta on määrätty lajien peittäväisyys prosenteissa, versoluku sekä usein myöskin kasvimassan paino. Pohjanpäällinen ja pohjanalainen osa punnittiin erikseen, ja molemmista suoritettiin painomääräys sekä tuoreena että ilmakuivana.

Kasvillisuuskartta laadittiin käyttämällä kiikariviivotinmenetelmää. Kartoitus suoritettiin sillä tarkkuudella, että kasvustojen rajoissa tapahtuvat siirtymiset voidaan helposti myöhemmin todeta.

Järven muinaisuuden selvittämiseksi tehtiin kairauksia järven pohjois- ja lounaisrannalla. Ympäristön metsäkasvillisuuden historian ja järven geologisen kehityksen valaisemiseksi tehtiin kolmesta näytesarjasta siitepölyanalyysit (Fig. 17—19) sekä jossain määrin piilevämääräyksiä. Myöskin makroskooppisten subfossiilien avulla tutkittiin järven muinaisen kasvillisuuden laatua.

K a s v i s t o. Luvussa III esitetty Nurmijärven kasviluettelo käsittää myöskin järven rannalla (eulitoraalialueella) esiintyvät lajit. Nämät mukaanluettuna on Nurmijärvessä 119 lajia. Vakinaisen vesipeitteen omaavalla

alueella (sublitoraalialue) on lajeja vain 57 ja niistäkin vain 15 vesikasveja sanan ahtaimmassa merkityksessä. Tämä varsinaisen vesikasviston köyhyys johtuu luonnollisesti järven mataluudesta. Useat vesikasvilajit, joita Kivinikon mukaan siellä ennen tavattiin, ovat nyttemmin hävinneet tai tulleet erittäin harvinaisiksi.

Nurmijärven sublitoraalialueella esiintyvistä lajeista on 44 % enemmän tai vähemmän eutrafentteja. Leväkasvistolle on myös ominaista eutrafentisten lajien runsaus ja oligotrofisissa vesissä runsaasti esiintyvien Desmidiaceojen lajiköyhyys. Viimeksimainitustakin ryhmästä tavataan kuitenkin täällä eräitä eutrafentteja lajeja.

Ekologia. Nurmijärven laskussa v. 1923 vapautui n. 100 ha järven pohjaa kasvillisuuden käytettäväksi. Tämän kilpailuvapaan alustan on kasvillisuus nyt peittänyt, mutta vielä eivät olosuhteet ole likimainkaan saavuttaneet tasapainoaan. Tästä syystä ovat ekologiset havainnot kohdistuneet etupäässä kasvilajien leviämisen ja keskinäisen kilpailun selvittämiseen.

Nopeimmin on levinnyt *Alisma* runsaan siemenmuodostuksensa vuoksi. Kilpailussa heikkona lajina se yhtämittaa joutuu luovuttamaan valtaamaansa alaa muille.

Nopeasti on levinnyt myöskin *Equisetum* (on todettu kasvuston reunan siirtyneen jopa 5 m vuoden kuluessa). Koska *Equisetum*in leviäminen on tapahtunut käytännöllisesti katsoen kokonaan vegetatiivisesti, tavataan sitä toistaiseksi etupäässä vain järven reunaosissa. *Equisetum* näyttää menestyksellä tunkeutuvan miltei kaikkiin Nurmijärvessä esiintyviin kasvustotyyppeihin. Rannemmalla se on kuitenkin joutunut luovuttamaan aluettaan saroille, mutta kevättulvien ollessa pitkät se on muutamin paikoin kyennyt valtaamaan aluettaan osaksi takaisin.

Tehokkaimmin levinneitä lajeja on myöskin *Typha latifolia*, joka on saapunut Nurmijärveen vasta sen laskun jälkeen, ja siitä huolimatta on jo ehtinyt vallata itselleen 15.5 ha suuruisen alan 9 vuodessa. Sen kasvustot laajenevat etupäässä rönsyjen avulla (kuva 6), jotka saavuttanevat kasvukauden kuluessa parin metrin pituuden. Jäätymisilmiöt myöskin kykenevät helposti repimään näitä irti pohjasta ja kuljettamaan muualle. Siemenestä leviäminen on myöskin tehokasta. On voitu todeta, että *Typha* on kasvullisesti menestyksellä kyennyt sijoittumaan esim. *Scirpus*- ja *Phragmites*-kasvustoihin, vaikkakaan se ei liene tällaisissa tapauksissa päässyt sanottavasti leviämään. Toisaalta on huomattu *Typhan* häviävän käytännöllisesti katsoen kilpailuvapaalta alustalta (vain *Alisma* kilpailijana) vanhimmilta kasvupaikoiltaan. Tämä johtunee siitä, että *Typha*, esiintyen niin rehevänä kuin esim. Nurmijärvessä, huonontaa alustaansa, joutuen siten luovuttamaan kasvualansa jälleen muille.

Myöskin *Sparganium ramosum*illa on huomattu samantapaista heikentymistä. Se esiintyy usein pyöreähköinä, etupäässä kasvullisesti syntyneinä kasvustoina, joiden vanhimmat keskusosat ovat huonokasvuiset reunojen ollessa rehevimmät (kuva 3). Syy tähän lienee sama kuin *Typha*llakin. Joen

rannalla, jossa vesi alinomaa vaihtuu, ei tällaista tapahdu. Vegetatiivinen lisääntyminen juurakkomukuloista on lajilla voimakas; samoin siemennys.

Scirpus lacuster muodosti ennen laskua jotakuinkin yhtenäisen vyöhykkeen järven avovesialueen ympärille. Laskun jälkeen hävisi entinen vyöhyke miltei täydellisesti, mutta sensijaan *Scirpus* on vallannut itselleen uusia aloja, joten sillä on nyt yhtä suuri ala hallussaan kuin ennen laskua. *Scirpus*-kasvustoille on nykyisin luonteenomaista niiden pyöreä muoto, joka johtuu voimakkaasta kasvullisesta lisääntymisestä. Tällaisten kasvustojen eteneminen on useilla eri menettelytavoilla todettu 1.0—1.5 m:ksi vuodessa.

Phragmites communis esiintyi ennen järven laskua hyvin niukasti, mutta senjälkeen se lisääntyi niin, että sillä nyt on hiukan suurempikin ala hallussaan kuin kaislalla. Se on myöskin usein säilyttänyt entiset kasvupaikkansa syvälle ulottuvien juurakoittensa turvin. Huonosti niittämistä kestävänä se häviää monin paikoin *Equisetum*in tieltä. Muutamin paikoin etelärannalla se näyttää taas alkavan taantua toistaiseksi tuntemattomasta syystä.

Nuphar ja *Nymphaea* esiintyvät Nurmijärvessä etupäässä eulitoraalialueella, puuttuen miltei täydellisesti vakinaisen vesipeitteen omaavilta paikoilta. Tämä johtuu todennäköisesti siitä, että lumme ja ulpukka kestävät paremmin ajoittaista kuivuutta kuin voimakkaitten regelatioilmiöiden vaikutusta pohjiaan myöten jäätyvässä järvessä.

P_H-arvot Nurmijärven sublitoraalialueella olivat tutkimuksia tehtäessä jopa odottamattoman suppeissa rajoissa vaihtelevat (ollen yleensä hiukan yli 7) huolimatta siitä, että Nurmijärvessä ei ole karbonaattipuskuria. Yleensä saatiin kuitenkin etelärannalta hieman alemmat arvot kuin pohjoisrannalta. Eulitoraalialueella on p_H n. $^1/_2$—$1^1/_2$ p_H-luokkaa alhaisempi kuin sublitoraalialueella.

K a s v i l l i s u u s. Kasvillisuusmuistiinpanot ovat esitetyt taulukoissa 2—12 luvussa V. Leimaa antavina piirteinä kasvillisuudessa ovat sen vakiintumattomuus ja järven mataluus. Edellinen aiheuttaa useiden outojen kasvustojen synnyn (esim. *Salix bicolor-Scirpus lacuster-Carex vesicaria*-kasvusto) ja yleensäkin sekakasvustojen runsauden ja lajirikkauden, jälkimmäinen taas rantakasvien tulon sublitoraalialueellekin. Suurin osa järveä on *Alisma*-kasvustojen peitossa; muut tärkeimmät sublitoraalialueen assosiaatiot ovat *Typha latifolia*-, *Scirpus lacuster*-, *Phragmites communis*- ja *Equisetum fluviatile*-assosiaatiot.

Kasviyhdyskuntien kasvimassan tuotto ilmenee taulukosta 13.

K a s v i l l i s u u d e n j a k a s v i s t o n j a k a a n t u m i n e n j ä r v e s s ä. Pohjois- ja eteläranta eroavat toisistaan monessa suhteessa. Pohjoisrannalla esiintyy eulitoraalialueella *Carex vesicaria*- ja *Carex ves.-Equisetum*-kasvustot. Etelärannalla niiden sijalla ovat vastaavat *Carex inflata*-kasvustot. *Typha*-kasvustot ovat etupäässä pohjoisrannalla. Kasvillisuuden kehitys on muutamissa tapauksissa nopeampi pohjoisrannalla, kasvimassan tuotto on siellä myös suurempi ja p_H-luku korkeampi. Kasvistossa on todettu eutrafenttisten lajien esiintymisen keskittyneen pohjoisrannalle, oligotrafent-

tien eteläarannalle. Kaikki tämä osoittaa pohjoisrannan eutrofisemmaksi. Syynä tähän on ilmeisesti se, että järvien pohjoisrannat ovat yleensäkin hieman edullisemmassa asemassa aurinkoon nähden kuin eteläranta, ja tässä tapauksessa tehostaa tätä vielä eteläarannalla oleva korkea mäki varjostuksellaan.

Nurmijärven ja sen kasvillisuuden kehitys jääkauden jälkeen. Nurmijärven seudut ovat vapautuneet manner-jäätiköstä n. 2 500 vuotta ennen skandinaavisen jäätikön kahtiajakoa. Kerralliset savet ovat näillä seuduilla syntyneet etupäässä Baltilaisen Jääjärvivaiheen aikana. Ylemmät savet, joissa ei kerrallisuutta enää voida huomata, ovat Yoldia- ja Ancylus-aikaisia. Nurmijärven kuroutuminen itsenäiseksi järveksi näyttää tapahtuneen nykyisen Luhtajoen pohjoisimman mutkan kohdalta. Se on tapahtunut vähää ennen kuusen lopullista saapumista paikkakunnalle, siis *Ancylus*-ajan lopulla. Muinais-Nurmijärvi oli melkoista laajempi kuin nykyinen, jopa huomattavasti laajempi kuin järvi oli ennen laskua v. 1923. Varsinkin lounaassa ja koillisessa siitä ulottuivat pitkät lahdelmat nykyisille pelto- ja suoalueille. Itäpäässä on kuitenkin Muinais-Nurmijärven ranta ollut v:n 1923 rantaviivan sisäpuolella, sillä järven vesipinta oli vasta muodostuneessa Nurmijärvessä hieman alempana ympäristöönsä nähden kuin myöhemmin. Kun järven lasku oli heikko, alkoi sedimentaatio madalluttaa lasku-uomaa, joten järven vesipinta alkoi hiljalleen nousta. Samalla kasvillisuus ja sedimentaatio yhdessä maaduttivat nykyisen Nurmijärven rantaviivan ulkopuolella olleet järven osat. Veden nousu tuli kuitenkin lopulta niin voimakkaaksi, että järvi transgredioi ympäröiville suoalueille, ja paikoille, joissa ei suota ollut, muodostui selviä transgressiorantoja. Transgression kiihtyminen oli todennäköisimmin lasku-uoman osittaisesta tukkeutumisesta johtuva; hyvin mahdollista on myöskin, että sen ohessa oli vaikuttamassa kosteamman periodin olemassaolo. Transgressio lienee keskeytynyt vasta sitten, kun Numlahdessa ollut järvi toista sataa vuotta sitten kuivattiin, jolloin myöskin Nurmijärven pinta laski. Tätä otaksumaa tukee se seikka, että transgression aikana syntyneissä saviliejukerroksissa on siitepölykokoomus suunnilleen sama kuin nykyisin.

Nurmijärvessä aikaisemmin vallinneessa kasvistossa ja kasvillisuudessa ei ole voitu todeta samaa eutrofisuutta kuin nykyisin. Tämä johtunee osaksi siitä, että tutkitut soistuneet paikat lienevät aikaisemminkin olleet karumpia kuin muut osat. On ilmeistä, että rantojen viljeleminen on myöskin jossain määrin lisännyt Nurmijärven eutrofisuutta. Merkille pantava on myöskin, että *Phragmites*, jota ennen järven laskua tavattiin niukasti, oli ennen järven transgressiota yleisempi kuin *Scirpus*.

Laskun jälkeen järvi on kauttaaltaan joutunut kasvillisuuden peittoon. *Sparganium ramosum* on kasvattanut umpeen myöskin järveen peratun jokiuoman n. 200 m:n pituisella matkalla. Tämä seikka on jo viime vuosina jossain määrin lisännyt kevättulvien pituutta ja johtaisi ennen pitkää uuteen transgressioon, ellei ihminen uudelleen puuttuisi asiaan.

Metsäkasvillisuuden historia Nurmijärven seuduilla. Kuusi on saanut pysyvän jalansijan Nurmijärven seuduilla suun-

nilleen ensimmäisen Litorinatransgression tienoilla tai vähän myöhemmin (n. 4 000—4 500 v. e. Kr.). Yksityisiä kuusen hajaesiintymiä on kuitenkin tavattu jo aikaisemminkin Yoldia- ja Ancylus-aikojen vaihteessa. Kuusi on siis saapunut tännekin miltei heti jään reunan poistuttua näiltä seuduilta, vaikkei se heti alussa vielä päässyt yleistymään. Ensimmäinen saapunut kuusilaji on kuitenkin voinut olla *Picea obovata*, joka sittemmin ei ole kontinentaalisena lajina pystynyt kilpailemaan *Picea excelsa*n kanssa.

Leppä on saapunut Uudellemaalle (sekä Pohjanlahden rannikoille) samoihin aikoihin kuin mänty ja koivukin. Heti tulonsa jälkeen se on nopeasti yleistynyt vähitellen myöhemmin vähentyen, niin että nykyisin syntyvissä kerrostumissa on yleensä lepän siitepölyä niukasti.

Jalojen lehtipuiden esiintyminen alkaa jo Yoldia-aikana. Maksimi on Ancylus-ajan lopulla, siis aikaisemmin kuin yleensä muualla.

*Corylus*en ensi esiintymät ovat heti kerrallisen saven yläpuolella olevissa Yoldia-kerrostumissa, jossa sitä esiintyi harvinaisen runsaasti (5 %). Erikoista maksimia ei *Corylus*elle ole voitu löytää.

Koivun ja lepän siitepölyä on tavattu toisen Salpausselkävaiheen aikana syntyneessä kerrallisessa savessa. Kun saven kerrostuminen on ollut nopeata ja vedestä vapaa maa oli kaukana mainittujen siitepölyhiukkasten kerrostuessa, osoittaa niiden olemassaolo, vaikka niitä olikin niukasti, että tuona aikana jo kasvoi metsää. Tundraperiodia ei siis ole ollut myöskään Uudellamaalla jään peräydyttyä (sama seikka todettu Pohjois-Satakunnasta; Aario 1932).

Männyn käyrä on normaalityyppiä. Kerrallisen saven yläpuolella on relatiivinen maksimi, joka ei kuitenkaan ole yhtä selvä kuin esim. Pohjois-Satakunnassa; siitä lähtien laskee männyn siitepölyprosentti Litorina-ajan alkupuolelle, jolloin mänty uudelleen lisääntyy. Lähellä nykyaikaa on männyn absoluuttinen maksimi.

Koivun ja lepän esiintyminen kerrallisessa savessa ja *Corylus*en runsaus heti sen yläpuolella osoittavat, että jään peräätyessä toiselta Salpausselältä vallitsi Nurmijärven seuduilla yhtä lämmin tai lämpimämpi ilmasto kuin nykyisin. Männyn runsaudesta koivuun nähden voitaisiin ehkä tehdä se johtopäätös, että tuona aikana oli hieman kuivempi ilmasto kuin myöhemmin. Ilmaston lämpeneminen jatkuu sittemmin Ancylus-ajalla, jolloin lehtipuiden runsaudesta päättäen on ollut myöskin kosteata. Tällaisena ilmasto on pysynyt Nurmijärven seuduilla Litorina-ajan alkupuolelle lähelle kuusen tuloa, jolloin ilmaston huononeminen on alkanut jalojen lehtipuiden häviämisestä päättäen. Samalla ilmasto on muuttunut kuivemmaksi. Tämä kehitys on jatkunut nykyaikaan asti. Mitään merkkejä oletetuista subborealisesta ja subatlantisesta ajasta ei ole voitu todeta täällä yhtä vähän kuin Satakunnassa ja Länsi-Uudellamaallakaan.

VEGETATIONSKARTE
ÜBER DEN
NURMIJÄRVI-SEE